

Treball de Fi de Màster

Doble titulació de Màster Universitari en Enginyeria Industrial i Diplôme d'Ingénieur Supaero

Gestió de la qualitat en una línia d'assemblatge final d'avions.

Automatització dels indicadors KPI i accions de reducció de les disconformitats.

MEMÒRIA

Autor: Albert Pont Guixa
Director: Lucas Van Wunnick
Convocatòria: Setembre 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



PREFACI

La memòria del Treball de Final de Màster presentada a continuació correspon a la memòria presentada en el marc d'un conveni de doble diploma entre la Universitat Politècnica de Catalunya i l'*Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace* (ISAE-Supaero, França).

L'objectiu d'aquesta primera plana és doncs de situar al lector en el context del projecte i del doble diploma.

D'altra banda, també es pretén informar al lector que el projecte presentat a la Universitat Politècnica de Catalunya correspon al projecte original presentat a la universitat de destí, on ha estat presentat en primera instància.

Així doncs, aquesta memòria es tracta de l'original lliurat a l'ISAE-Supaero i redactat en llengua francesa.

El doble diploma esmentat començà amb la formació del Màster Universitari en Enginyeria Industrial a l'ETSEIB, on vaig cursar el primer any lectiu dels dos dels quals consta la formació.

Seguidament, durant els dos anys d'estada a la universitat ISAE-Supaero he seguit una formació d'enginyer aeronàutic, amb una especialització en estructures aeronàutiques i en concepció d'avions.

El Treball de Fi de Màster (*Projet de Fin d'études*) presentat a continuació ha permès doncs de concloure el meu diploma a l'ISAE-Supaero, així com la formació de Màster seguida a la UPC.

El Treball de Fi de Màster (*Projet de Fin d'études*) ha estat realitzat a l'empresa ATR (*Avions de Transport Régional*), fabricant franco-italià d'avions regionals a turbohèlix.

L'empresa, filial al 50% d'Airbus i 50% Leonardo, es actualment líder mundial de l'aviació regional en el sector dels avions a turbohèlix.

El projecte s'ha desenvolupat dins del departament Qualitat d'ATR basat a la línia final d'assemblatge de l'empresa (*Final Assembly Line* o *FAL*), més concretament en el servei *Quality performance Improvement*.

Aquest servei és el responsable de reduir les disconformitats trobades a la FAL mitjançant l'anàlisi de les incidències detectades i el posterior llançament d'accions correctives conjuntament amb els proveïdors.

L'objectiu de l'equip és doncs de reduir els problemes trobats durant l'assemblatge a fi de millorar la qualitat del producte i evitar el sobrecost en l'etapa d'assemblatge final dels avions.

En el contingut del projecte el lector hi podrà trobar una introducció a l'empresa així com una breu introducció al concepte de qualitat i als estàndards fixats dins de l'àmbit aeronàutic.

Posteriorment el projecte aborda les dues tasques principals desenvolupades durant l'estada a l'empresa.

Primerament es presenta el projecte d'automatització dels indicadors KPI, on l'objectiu ha estat d'automatitzar-ne la construcció per estalviar temps en una rutina de càrrega important. Així mateix, l'objectiu és de permetre a l'equip de centrar-se en els aspectes operacionals un cop identificats els problemes directament sobre els indicadors i d'estandarditzar el tractament de les anomalies detectades a la FAL.

En segon lloc es presenta el projecte de tractament de concessions recurrents per la part d'Airbus, en el qual s'han tractat els problemes tècnics prioritaris remarcats a la FAL per establir els plans d'accions convenients per a l'eradicació dels problemes.

Finalment, una conclusió global del projecte tanca la memòria del treball.

PROJET DE FIN D'ETUDES

Assurance de la Qualité en FAL

Mise en forme des indicateurs KPI et actions de réduction des non-conformités

3 avril 2017 – 15 septembre 2017



PONT GUIXA, Albert
3A – Structures et matériaux

Tuteur ATR :	ISNARD, Laurent
Tuteur ISAE-Supaero :	PAROISSIEN, Eric
Soutenance :	11/09/2017

REMERCIEMENTS

Avant d'introduire mon rapport de stage, je souhaiterais dédier un paragraphe aux personnes avec qui j'ai travaillé ainsi que celles qui m'ont permis d'arriver où je suis aujourd'hui.

Tout d'abord je suis très reconnaissant à l'égard d'ATR de m'avoir accueilli dans l'équipe Qualité pour réaliser mon stage de fin d'études. C'était mon projet d'avoir une expérience dans une ligne de production d'avions. Je remercie à G. TERMINIELLO de m'avoir orienté sur la FAL de Saint-Martin.

Je remercie ensuite aussi mon tuteur de stage au sein d'ATR, L. ISNARD, qui a fait preuve de pédagogie tout au long du stage. Il a été toujours proactif pour m'introduire auprès des personnes ou sur des sujets qui pourraient m'aider dans le cadre de ma formation et de ma vie professionnelle. Il m'a laissé piloter certaines tâches de responsabilité dans le département et il m'a toujours remarqué ma valeur ajoutée lors des réunions et échanges, fait que j'ai apprécié beaucoup. Au-delà du stage, j'ai vraiment ressenti son esprit pour que je puisse profiter de mon expérience au 100% et m'a toujours donné des conseils précieux que je garde pour l'avenir.

Ensuite j'aimerais remercier aussi à L. TOKIKO, qui m'a aidé à m'intégrer au sein du département. En tant que jeune diplômée arrivée chez ATR, elle m'a aidé beaucoup à acquérir des nouvelles connaissances et à comprendre les méthodes communes à toute l'entreprise et aussi dans le département.

Je voudrais également faire référence à tous les membres du service Qualité, ainsi qu'à autres collègues avec lesquels j'ai eu l'occasion de travailler et partager des moments, non seulement pour sa professionnalité mais aussi pour son accueil et sa bonne humeur : D. MOTHE, J. DAVIDOU, B. MUSY, G. PAUDICE, E. HERNANDEZ, P. ANTOINE, A. TAINE et F. MORITZ.

Il m'a été possible d'échanger mais surtout d'apprendre de chacun. Un grand merci à tous eux.

Plus généralement, je remercie aussi l'ensemble des personnes que j'ai pu rencontrer au sein de l'entreprise d'avoir contribué à mon expérience au cours de ces six mois dans un environnement professionnel.

Je veux aussi remercier Eric Paroissien, mon tuteur de stage, pour sa disponibilité au cours de ce stage et suivi de mes activités, ainsi que le personnel d'ISAE pour la formation que j'ai suivie ces deux années au sein de cette école d'ingénieurs. En outre, je souhaite remercier l'UPC (Universitat Politècnica de Catalunya) qui a assuré ma formation pendant six ans et m'a permis d'avoir cette expérience internationale dans le cadre d'un précieux accord de double diplôme.

En final, je remercie particulièrement mes parents. Ils m'ont toujours encouragé à aller plus loin et m'ont offert les opportunités dont ils n'ont jamais pu profiter. Aussi une mention spéciale à ma sœur, qui a été une des personnes qui m'ont encouragé à poursuivre mon ambition de réaliser ce double diplôme à l'ISAE-SUPAERO.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....	4
1. INTRODUCTION.....	5
2. ACRONYMES / GLOSSAIRE	6
3. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DE L'EQUIPE QUALITE	7
3.1 ATR	7
3.2 HISTOIRE D'ATR	7
3.3 LE PARTENARIAT AIRBUS-LEONARDO	8
3.4 SITES DE PRODUCTION	9
3.5 FAMILLE ATR	9
3.5.1 ATR 42	10
3.5.2 ATR 72	10
3.6 ORGANISATION ATR	11
3.6.1 L'équipe Qualité.....	11
3.6.2 Environnement de travail.....	12
4. INTRODUCTION THEORIQUE.....	14
4.1 LA QUALITE COMME OUTIL	14
4.2 OBJECTIFS QUALITE ATR	15
5. AUTOMATISATION DES INDICATEURS QUALITE	17
5.1 DEFINITION DU PLAN DE TRAVAIL ET KICK-OFF	17
5.1.1 Etat de lieu de sortie des indicateurs à l'arrivée	18
5.1.2 Plateforme de développement de l'outil.....	19
5.2 ARCHITECTURE DU PROGRAMME DEVELOPPE	19
5.3 DEMARCHE ET RESULTATS OBTENUS.....	23
5.4 SUITE DU PROJET : MIGRATION SAP VERS ACPNG ET HARMONISATION DES INDICATEURS	24
5.4.1 L'outil ACPnG	24
5.4.2 Le projet de migration d'ATR vers ACPnG	24
5.4.3 Méthode M095 d'harmonisation des AMs.....	26
5.5 VALIDATION ET DOCUMENTATION	27
5.6 CONCLUSIONS DU PROJET D'AUTOMATISATION DES INDICATEURS QUALITE	27
6. TRAITEMENT DE DEROGATIONS RECURRENTES	29
6.1 LES DEROGATIONS : DESCRIPTION ET TYPE	30
6.2 KICK OFF DU PROJET ET ACTEURS.....	31
6.3 ANALYSE DES DEROGATIONS	33
6.3.1 Périmètre qualité.....	33
6.3.2 Périmètres opérationnel et Supply Chain.....	34
6.3.3 Définition des sujets à prioriser.....	35
6.4 LANCEMENT DES PLANS D'ACTION ET SUIVI	36
6.5 FOCUS SUR LA DEROGATION "ATTACHE VOILURE-FUSELAGE ".....	38
6.5.1 Identification du problème	38
6.5.2 Analyse et description du problème.....	39
6.5.3 Plan d'action et suivi du sujet	42
6.6 CONCLUSIONS DU PROJET DE TRAITEMENT DE DEROGATIONS RECURRENTES	44
7. CONCLUSIONS DU STAGE.....	45
REFERENCES	46

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Partenariat d'ATR .	7
Figure 2. Marché mondial d'ATR .	7
Figure 3. Centres d'ATR dans le monde.	8
Figure 4. Sites de production des différents composants majeurs des ATR.	9
Figure 5. Comparaison des émissions.	10
Figure 6. ATR 42 (en haut) et ATR 72 (en bas).	10
Figure 7. Organisation d'ATR par départements.	11
Figure 8. Organisation de la Qualité ATR et interfaces.	12
Figure 9. Situation dans la FAL d'ATR.	13
Figure 10. Schéma du processus Plan-Do-Check-Act.	15
Figure 11. Schéma du Hand Over Process (HOP).	16
Figure 12. Schéma du cycle suivi par une AM.	18
Figure 13. Schéma du logiciel développé.	20
Figure 14. Exemple des KPIs issus du programme développé (a) en haut et (b) en bas.	22
Figure 15. Evolution du programme de recherche par mots clés.	23
Figure 16. Roadmap du projet de migration ACPnG.	25
Figure 17. Interfaces du projet d'harmonisation (toutes les parties font partie d'ATR).	26
Figure 18. Manuel d'utilisation de l'outil développé.	27
Figure 19. Vue éclatée de la voilure des avions ATR.	29
Figure 20. Schéma de création et suivi d'une dérogation.	30
Figure 21. Equipe multi-métiers du projet de traitement des dérogations.	31
Figure 22. Exemple de la suivi de l'état d'avancement des sujets.	32
Figure 23. Exemple d'analyse des dérogations récurrentes avec suffixe C.	33
Figure 24. Exemple de dossier technique rédigé pour la présentation des sujets.	34
Figure 25. Exemple d'analyse de criticité pour la comparaison entre sujets.	35
Figure 26. Etat du TOP11 au début du projet.	36
Figure 27. Exemple du détail du plan d'action sur une dérogation récurrente.	37
Figure 28. Extrait de l'analyse de STELIA (graphique coupée pour montrer l'information d'intérêt).	38
Figure 29. (a) Situation des non-conformités détectées sur le caisson central	39
Figure 30. Vue en haut et 3D de la position des ferrures de traction des N2 et N4 (en rouge).	40
Figure 31. Vue de l'ensemble (à gauche), ferrure d'attache N2 (au centre) et ferrure d'attache N4 (à droite). (8)	40
Figure 32. Situation sur avion de la nervure 8 (en rouge).	41
Figure 33. Schéma des perçages faits sur les patins des nervures.	41
Figure 34. Analyse de la dérogation faite par le partenaire Airbus.	42
Figure 35. Plan d'action sur les divergences de la dérogation « LWR PANEL ATTACHEMENT ».	43

SOMMAIRE

Mon stage de fin d'études s'est déroulé au sein du département Qualité d'ATR, sur le site de la *Final Assembly Line* de Saint-Martin-du-Touch. Dans le département, j'ai intégré le service *Quality Performance Improvement* où j'ai développé des tâches en tant qu'ingénieur de qualité.

Plus particulièrement, j'ai eu l'occasion d'intervenir dans deux projets visant à réduire le coût des non-conformités rencontrées sur les avions lors de l'assemblage final.

Dans le rapport, le lecteur y pourra trouver, comme première partie, une introduction à l'entreprise et à l'environnement du stage. Ensuite, une introduction aux outils qualité est faite avant d'aborder les deux projets principaux. Dans les deux projets, le lecteur y trouvera une présentation détaillée des activités réalisées ainsi que les analyses effectuées, les décisions prises et le retour d'expérience à la fin de chaque projet. Finalement, une conclusion de l'ensemble du stage est faite d'autant du point de vue professionnel que personnel.

1. INTRODUCTION

Le transport aérien est caractérisé par une consommation importante de carburant par rapport à d'autres moyens de transport. Une amélioration de l'efficacité est souhaitée, non seulement pour réduire la consommation et ainsi les coûts d'opérations liées à l'aéronef, mais aussi sur la ligne de la réduction d'émissions imposée par les organismes, comme c'est le cas des objectifs ACARE (1) et les normes ICAO.

Les prévisions d'incrémentation annuelle du trafic aérien du 5% d'ici à 2030 (2), ainsi que la contribution du trafic aérien au total des émissions de CO₂, sont deux raisons majeures pour s'intéresser à une amélioration des performances en termes de consommation.

De plus, une partie importante de cet accroissement impactera le transport régional (3). Les avionneurs de ce périmètre recherchent donc une meilleure efficacité de leurs produits.

Dans la poursuite de cette efficacité on trouve l'avionneur ATR (*Avions de Transport Régional*), dont ses deux avions régionaux propulsés avec turbopropulseurs réussissent à épargner un 40% du fuel par rapport à une propulsion turbofan sur des distances courtes.

La technologie des turbopropulseurs, axe principal d'ATR pour l'aviation régionale du présent et du futur, ainsi que l'utilisation des composites pour la réduction de masse, ont le but de rejoindre les objectifs évoqués précédemment.

Néanmoins, l'assemblage des sous-produits avion prend un caractère crucial lors de l'intégration de l'ensemble sur la FAL pour aboutir aux résultats attendus lors de la conception de l'avion.

Des écarts dimensionnels, des anomalies de montage, des retouches, ainsi que des petits détails visuels de finition, peuvent provoquer non seulement le ralentissement de production des avions, mais aussi des légères pertes de performances de l'aéronef. De plus, ces petits contretemps peuvent avoir un grand impact sur le revenu final de l'entreprise ainsi que son image vis-à-vis des clients.

Le travail de coopération réalisé entre les fournisseurs de composants et ATR pour traiter ces contretemps est donc un point clé du cycle de construction de l'avion.

Le projet présenté par la suite s'est développé dans la FAL d'ATR et s'encadre, plus précisément, dans le département de Qualité. Ce département est en charge de minimiser le nombre de problèmes rencontrés en FAL. Pour cela, une définition des plans d'action à suivre est faite à travers l'analyse des retours des non-conformités et des mesures prises sur l'aéronef en FAL. Conformément à ces actions correctives, il faudra vérifier la réduction des non-conformités sur l'avion, en faveur de la qualité finale du produit.

Le but de ce stage est donc de travailler avec le service Qualité pour analyser et réduire les non-conformités lors de l'assemblage des avions.

Dans ce rapport le lecteur y pourra trouver le développement des deux projets de plus grande envergure que j'ai pu piloter lors de mon stage : le traitement des anomalies de montage (AMs) avec l'automatisation de la sortie des indicateurs et le traitement et suivi des dérogations récurrentes sur les avions pour le partenaire Airbus.

2. ACRONYMES / GLOSSAIRE

ACARE	<i>Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe.</i>
ACPnG	<i>Aircraft Progress new Generation.</i>
Airbus QLMA	<i>Airbus Quality Management Program ATR.</i>
AM	Anomalie de montage.
ATR	Avions de transport régional ou <i>Aerei da Trasporto Regionale</i> .
CAR	<i>Corrective action request</i> (Demande d'action corrective).
CWB	<i>Center Wing Box</i> (Caisson Central de Voilure).
Dérogation	Manque de conformité d'une partie du produit par rapport à la définition et qui est acceptée par le client dans cet état.
EADS	<i>European Aeronautic Defence and Space Company</i> (actuellement, Airbus).
FAL	<i>Final Assembly Line</i> (Ligne d'Assemblage Final).
GIE	Groupe d'Intérêt Economique.
IATA	<i>International Air Transport Association.</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization.</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicateur Clé de Performance).
Litige	Contestation donnant lieu à un procès pour résoudre l'imputation d'un défaut.
MAP	Mise au point (détachement du bureau d'études chargé de résoudre des problèmes en FAL).
MOD	Modification de la définition d'un plan faite pour le Bureau d'Etudes.
MSN	<i>Manufacturing Serial Number.</i>
QMS	Quality Management System (Système de Management de la Qualité).
STELIA	Entreprise 100% Airbus en charge de la conception et de la fabrication d'aérostructures.

3. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DE L'EQUIPE QUALITE

3.1 ATR

ATR (Avions de transport régional ou *Aerei da Trasporto Regionale*) est un avionneur franco-italien qui produit des avions de type turboprop régionaux. ATR a été constitué en novembre 1981 lorsqu'Aérospatiale (Airbus Group depuis 2014) et Aeritalia (Leonardo depuis 2016) se sont fusionnés.

ATR s'est établie comme une GIE (Groupement d'Intérêt Economique) composé à parité égale 50% / 50% par les deux partenaires, comme montré sur la Figure 1.



Figure 1. Partenariat d'ATR.

ATR est le leader mondial sur le segment de marché des avions à turbopropulseur de 48 à 78 places avec ses deux modèles : l'ATR 42 et l'ATR 72. Depuis sa création, ATR a vendu plus de 1500 avions, exploités par plus de 200 opérateurs dans 100 pays, dont la plupart sont situés en Europe et l'Asie-Pacifique, comme montré sur la Figure 2.

Avec un total d'heures cumulées de plus de 27 millions d'heures de vol, un ATR atterrit ou décolle chaque 8 secondes et l'ensemble de la flotte ATR aboutit un total de 5000 vols par jour.

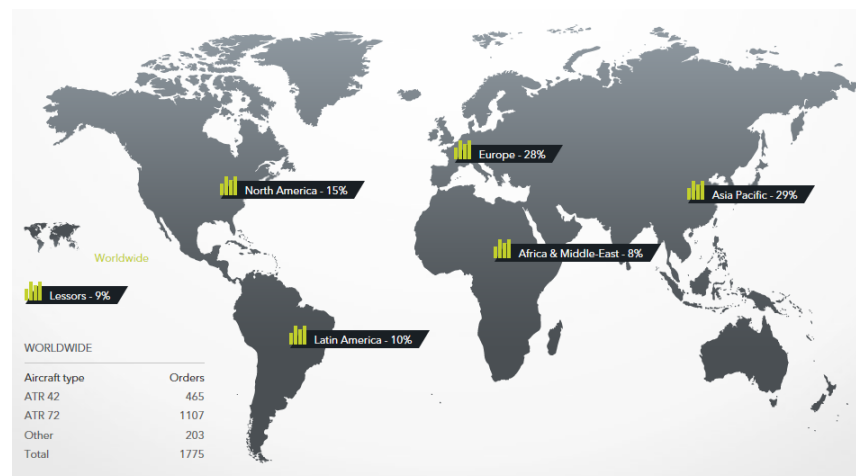


Figure 2. Marché mondial d'ATR.

L'effectif de l'entreprise est de plus de 1300 personnes, presque la totalité basée sur le siège central de l'aéroport international Toulouse-Blagnac (France). La chiffre d'affaires d'ATR est de 1,8 Milliard US\$ (année 2016).

3.2 HISTOIRE D'ATR

ATR a été constitué en novembre 1981 lorsqu'Aérospatiale (intégré dans EADS en 2000) et Leonardo ont fusionné leurs deux conceptions d'avions régionaux en un seul et même projet. Ces conceptions, l'AIT 230 d'Aeritalia et l'AS 35 d'Aérospatiale avaient beaucoup de points en commun.

ATR combine donc aujourd'hui la puissance de deux entreprises leaders dans le domaine aéronautique comme Airbus et Leonardo.

ATR est chargé de la commercialisation, de la vente et du support de la famille d'avions ATR.

Le premier avion ressorti des usines d'ATR fut l'ATR 42, en août 1984. Il ne sera jusqu'à 1988 que ATR lancera son deuxième programme : l'ATR 72, une version allongée de l'ATR 42.

Pendant les années 80, l'entreprise grandit beaucoup avec l'ouverture de centres, filiales et centres de formation à Singapour et aux EEUU.

Les années 90 sont caractérisées par le lancement des nouvelles générations des modèles ATR 42-500 et ATR 72-500 et une consolidation de l'entreprise sur le marché des avions régionaux.

Après avoir survécu à la forte crise dans le secteur des turbopropulseurs, qui laissera une concurrence réduite dans ce secteur, ATR affronte les années 2000 avec une nouvelle expansion vers le marché asiatique ainsi qu'un jalon important avec la certification ISO 9001 et EN 9100, la référence mondiale dans le domaine aéronautique. En fait, ATR a été un des premiers avionneurs à acquérir cette certification.

En 2007, ATR décide de lancer la nouvelle version de ses avions : la version 600.

Une nouvelle expansion de l'entreprise est faite pendant les années suivantes, avec l'ouverture de centres en Asie et le centre de formation de Johannesburg en Afrique.

En 2011, ATR est le premier avionneur régional à obtenir la certification ISO 14001 sur l'ensemble du cycle de vie de ses appareils : assemblage, customisation, essais au sol et en vol, vente et après-vente d'avions.

Jusqu'au présent, ATR a continué à s'étendre vers l'Asie, vu son énorme potentiel, mais elle met aussi l'attention sur l'ensemble du continent américain. Aujourd'hui l'entreprise est présente dans tous les continents, soit avec des bureaux de représentation de l'entreprise soit avec des centres de formation ou d'autres types de centres (voir Figure 3).



Figure 3. Centres d'ATR dans le monde.

3.3 LE PARTENARIAT AIRBUS-LEONARDO

Comme déjà évoqué, ATR est un GIE (Groupement d'Intérêt Economique) composé à parité égale par les deux partenaires : Airbus Group et Leonardo.

Airbus Group est une corporation européenne formée par l'Allemagne, l'Espagne, la France et le Royaume Unit après fusion des entreprises du secteur aéronautique : DaimlerChrysler Aerospace AG (DASA), Construcciones Aeronauticas SA (CASA) et Aerospatiale-Matra(4).

Ses domaines d'activité concernent les avions civils et militaires, le secteur spatial et de défense (lanceurs, satellites, missiles et communications) et les hélicoptères.

L'entreprise est formée de plus de 136.000 employés et est présente dans plus de 170 pays du monde.

L'entreprise est divisée en trois secteurs : Airbus, Airbus Defense & Space et Airbus Helicopters.

Leonardo (avant *Finmeccanica* S.p.A) est un groupe italien. Son effectif est de 47.000 personnes travaillant sur des applications civiles et militaires du secteur aérospatial.

Leonardo développe une grande variété d'activités, dès conception et la production jusqu'à la maintenance et le support client.

Un exemple des collaborations avec les programmes militaires sont l'Eurofighter Typhoon et le F-35 Joint Strike Fighter. Concernant l'aviation civile, l'entreprise a conçu et produit parties structurales d'avions comme l'A380 et le Boeing 787 Dreamliner.

3.4 SITES DE PRODUCTION

Dû au partenariat d'Airbus et Leonardo, la construction des avions a été divisée en deux : fuselage et voilure.

Les unités de production de Leonardo à *Pomigliano*, près de Naples (Italie), produisent le fuselage et les sections arrière de l'avion.

La voilure des avions est assemblée par STELIA (Airbus) à Bordeaux (France). La voilure des ATR, produite en composite, a été la première voilure composite à être montée sur un avion commercial.

Les hélices à six pales des turbopropulseurs sont produites par Hamilton Standard, étant les deux moteurs PW 127M fournis par le motoriste Pratt & Whitney Canada.

L'assemblage final des sous-ensembles, les essais en vol, la certification et les livraisons s'effectuent à Toulouse sous la responsabilité d'ATR.

L'organisation de la société ATR et les différents composants sont présentés sur la Figure 4.



Figure 4. Sites de production des différents composants majeurs des ATR.

3.5 FAMILLE ATR

La famille ATR est composée actuellement de deux aéronefs, l'ATR 42-600 et l'ATR 72-600 (voir Figure 6). L'ATR 72, directement dérivé de l'ATR 42 mais avec une voilure externe plus longue en fibre de carbone, a beaucoup de points en commun avec le modèle petit de la famille, voisins au 85%.

La conception de l'aéronef s'est inspirée d'une architecture de voilure en haut avec deux moteurs du type turbopropulseur. Conçu comme un avion efficient et flexible en termes d'opérabilité, les ATR peuvent même opérer dans des conditions aéroportuaires compliquées comme sur des pistes courtes et non-pavées.

De plus, les ATR bénéficient de la cabine la plus large de tous les avions régionaux, avec une largeur de siège équivalente à celle d'un Boeing 737.

Le caractère environnemental de la famille ATR

La vision d'entreprise d'ATR est celle d'un avion régional à turbopropulseurs, qui puisse entraîner de moins en moins de consommation et de pollution lors des trajets courts. L'entreprise est donc sensibilisée à la cause environnementale dans le domaine de l'aéronautique.

Les ATR sont reconnus comme ayant la plus faible consommation de carburant dans leur catégorie grâce à des moteurs de haute technologie et à l'efficacité de leurs hélices.

Sur des routes de 200Nm (~370km), la consommation de carburant par passager sur un ATR est 15% inférieure à celle d'une voiture de type européenne et 50% à celle d'un turbojet de 70 places. L'ATR émet jusqu'à 50% moins de CO₂ par passager que les jets régionaux et environ 30% en moins que les autres avions turboprop (voir Figure 5).

De plus, la large marge par rapport aux limitations de l'ICAO en matière de bruit rend ce type de propulsion idéale pour ce genre d'avion.

Finalement, il faut remarquer que le dernier 01/02/2017 ATR et la compagnie aérienne Sweden's BRA ont réussi à compléter le premier vol d'un ATR avec biofuel, un important jalon pour la propulsion de l'avenir.

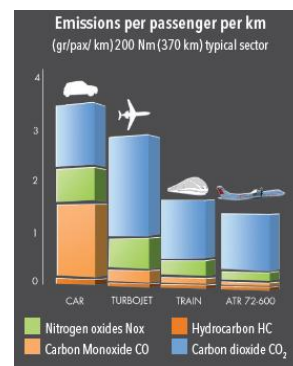


Figure 5. Comparaison des émissions.

3.5.1 ATR 42

Le membre petit de la famille ATR a une configuration standard de 48 sièges (voir Figure 6). Sa dernière version (ATR 42-600) a entrée en service en 2012 avec des nombreuses innovations, parmi lesquelles on remarque des améliorations technologiques au cockpit en termes de digitalisation.

L'ATR 42 a le coût par voyage le plus petit des avions régionaux.

3.5.2 ATR 72

Comme cela a déjà été souligné, l'ATR 72 (voir Figure 6) a été dérivé de l'ATR 42 et a beaucoup de points en commun avec ce dernier. Ils ont la même section de fuselage, utilisent les mêmes systèmes et ont en commun le même genre de moteurs et d'hélices ainsi que le poste de pilotage.

Les pièces de rechange communes entraînent par ailleurs une importante réduction des coûts de maintenance. L'ATR 72 à un fuselage 4,5 m plus large et son coût par passager est le plus bas des avions régionaux.



Figure 6. ATR 42 (en haut) et ATR 72 (en bas).

3.6 ORGANISATION ATR

ATR est une organisation hiérarchique bâtie autour d'onze départements qui sont directement en-dessus du *Chief Executive Officer* (CEO) et qui différencient les fonctions majeures au sein de l'entreprise.

L'organisation est représentée sur la Figure 7.

Il faut remarquer que les départements « *Flight Safety Officer* » et « *Quality* » n'ont pas une représentation dans le Comité Exécutif de l'entreprise.

Pour chaque département il y a un directeur, en-dessous duquel l'organisation du département est faite.

Dans le cas du Département de Qualité, le directeur est *Roberto DEL PEZZO*.

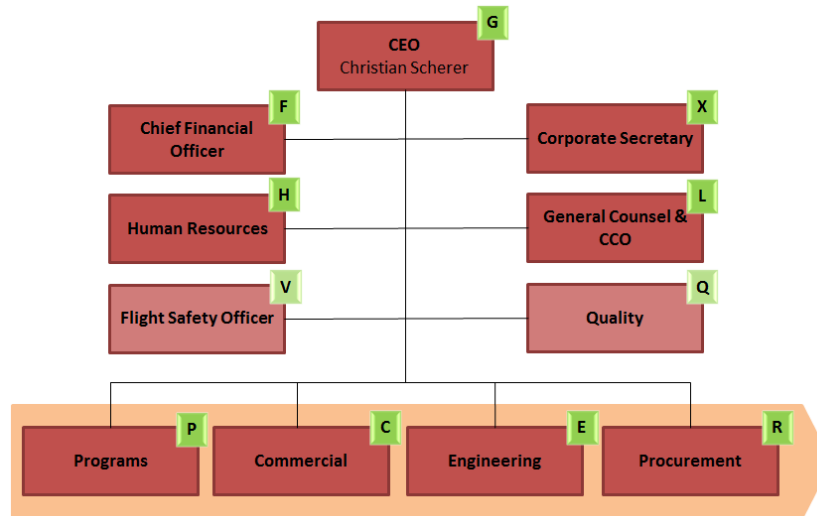


Figure 7. Organisation d'ATR par départements.

3.6.1 L'équipe Qualité

Mon stage se déroule au sein du département Qualité d'ATR, qui est séparé en 4 sous-services (voir Figure 8).

On trouve aussi un lien fonctionnel avec la Qualité des Départements d'*Engineering*, *Programs* et *Customer*. Néanmoins ces trois derniers services ne font pas partie de l'organigramme propre du département Qualité. Le lien fonctionnel de ces trois services avec le département Qualité vient de l'intersection commune de certaines tâches qui impliquent parallèlement plusieurs équipes.

Parmi les 4 sous- services du département Qualité, j'ai intégré l'équipe *Quality Performance Improvement* dirigé par Giuseppe TERMINIELLO.

A la fois, cette équipe est divisée en plusieurs domaines : *Quality Perfomance Improvement*, *Quality Partners* et *Quality Non-Conformity Costs & Projects*.

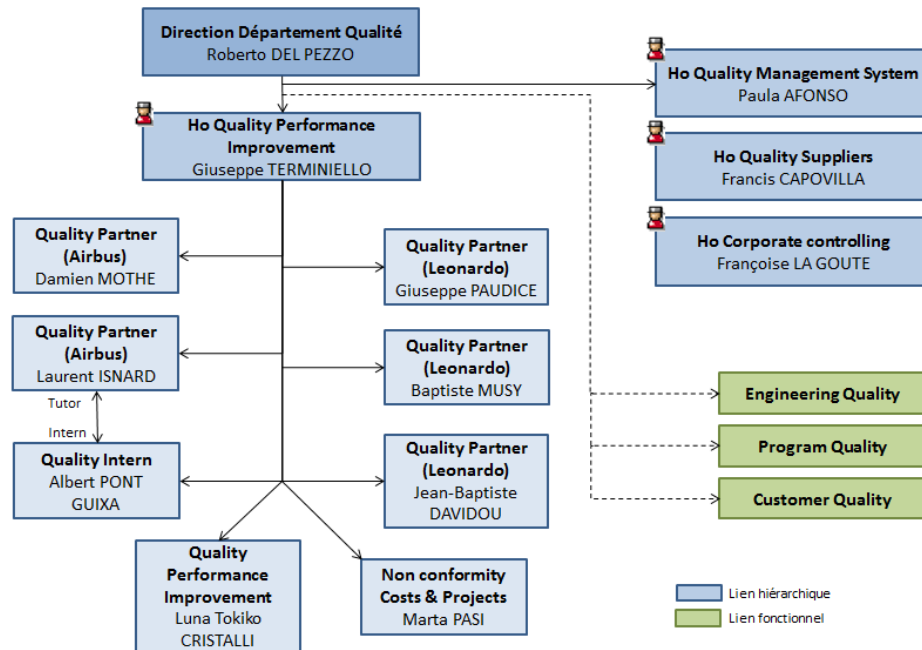


Figure 8. Organisation de la Qualité ATR et interfaces.

Mon positionnement au sein de l'équipe *Quality Performance Improvement*, dirigé par Giuseppe TERMINIELLO, a été entre deux équipes qui sont fortement liées : l'équipe *Quality Performance Improvement* et *Quality Partners*.

La plupart de la charge de travail développée lors de la première partie du stage s'est déroulée dans l'équipe de *Quality Partners*, où le travail s'est centré sur le management de la qualité du partenaire Airbus à travers les outils de qualité.

Dans la deuxième partie du stage la charge de travail a été plutôt avec l'équipe *Quality Performance Improvement*, notamment pour le suivi de dérogations des deux partenaires : Airbus au début et Leonardo ensuite.

Le tuteur au sein de l'entreprise a été L.ISNARD, qui m'a montré dès le début et à tout moment sa volonté pour que je puisse comprendre la démarche qualité, mais avec une approche la plus technique possible. Son expérience technique dans le monde aéronautique ainsi que sa large expérience dans le département Qualité chez ATR m'ont permis d'acquérir une connaissance profonde des sujets de la FAL en tout moment.

D'autre part, des nombreuses collaborations ont été faites de temps en temps avec les autres membres de l'équipe. Plus particulièrement, j'ai eu l'opportunité de travailler régulièrement avec D.MOTHE (*Quality Partner Airbus*) et L. CRISTALLI (*Quality Performance Improvement*) pour la première partie du stage et la deuxième respectivement.

3.6.2 Environnement de travail

Le poste de travail pendant la totalité du stage était basé sur la FAL d'ATR à Saint-Martin-du-Touch afin d'avoir un contact direct avec l'avion et pouvoir comprendre les problématiques traitées.

Le bureau de *Quality Partners* est situé dans le bâtiment M62 (chaîne A), avec un accès direct sur la FAL (voir Figure 9).



Figure 9. Situation dans la FAL d'ATR.

La proximité du poste de travail à la FAL m'a permis de pouvoir aller observer, vérifier et poser des questions, au besoin, sur les non-conformités traitées. Ce fait permet de voir les problèmes issus en production, non seulement du point de vue de traitement qualité, mais aussi du physique et technique lors du montage et assemblage aux postes.

Certains des problèmes issus en FAL et traités par la Qualité ont déclenché des réunions avec les fournisseurs, parfois même menés sur avion. Ces réunions ont été très enrichissantes pour moi, car elles m'ont permis de contribuer aux discussions techniques abordées entre les fournisseurs et ATR. De plus, cela m'a aussi permis de découvrir la complexité de mettre en accord l'ensemble de l'équipe multi-métiers, comme il va être exposé ci-après.

Tout cet ensemble a fourni une valeur ajoutée très importante à mon travail. J'ai pu réaliser une compréhension totale des problèmes en interagissant avec le produit final, fait qui constitue un lien fort avec ma formation ingénieur et qui me sera d'une grande aide pour mon futur professionnel.

4. INTRODUCTION THEORIQUE

4.1 LA QUALITE COMME OUTIL

L'ISO 9000 définit la qualité comme l'« aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences ».

Pour définir les caractéristiques intrinsèques et donc la notion de qualité, on s'appuiera sur la mise en conformité avec les exigences de référence selon les standards, le cahier de charges et spécifications du produit ainsi que sur la réglementation existante et le besoin client.

Les normes ISO 9000 offrent des lignes directrices et des outils aux organismes qui cherchent à avoir ses produits constamment en phase avec le besoin client et avec une qualité toujours en ligne ascendante(5).

L'ISO 9000 couvre les divers aspects du management de la qualité et comprend certaines des normes, parmi lesquelles on trouve : l'ISO 9000 (Principes essentiels et vocabulaire), l'ISO 9001 (qui définit les critères/exigences pour un système de management et qui est la seule certifiable de la famille) et l'ISO 9004 (amélioration des performances).

Il faut être conscient que l'application de la réglementation dans le domaine aéronautique est un requis de base très contraignant, d'où l'intérêt de la prendre toujours en compte pour la livraison du produit. D'autre part, la qualité du produit est intimement liée au besoin exprimé par le client et ses exigences. Le client est donc la pièce centrale à prendre toujours en compte lors de la prise de décisions en termes de qualité.

Afin d'assurer cette qualité du produit, une gestion de cette qualité doit être déployée. Cette gestion est communément appelée management de la qualité ou QMS (*Quality Management System*) et elle est transversale à toute l'organisation.

Le QMS est basé sur les « Principes de management de la qualité (PMQ) », qui sont un ensemble de valeurs, règles, normes et de convictions fondamentales, considérées comme justes et susceptibles de servir de base au management de la qualité.

Les sept principes de management de la qualité(6) sont :

- PMQ 1 – Orientation client
- PMQ 2 – Leadership
- PMQ 3 – Implication du personnel
- PMQ 4 – Approche processus
- PMQ 5 – Amélioration
- PMQ 6 – Prise de décision fondée sur des preuves
- PMQ 7 – Management des relations avec les parties intéressées

Ces principes ne sont pas présentés par ordre de priorité. L'importance de chaque principe est susceptible de varier d'un organisme à l'autre et s'adapter et évoluer selon le besoin.

A travers l'application de ces principes, on obtiendra plusieurs bénéfices en termes de qualité. A titre d'exemple on peut avoir : amélioration de l'image de l'organisme et de la fidélité du client, meilleure coordination des processus de l'organisme, amélioration de la satisfaction du personnel, amélioration de la recherche et de la détermination des causes profondes avec l'application d'actions préventives et correctives et amélioration de l'efficacité et de l'efficience opérationnelles.

La gestion de la qualité est donc une discipline du management regroupant l'ensemble des concepts et méthodes visant à satisfaire les clients et à fournir des produits et services correspondant à leurs attentes.

L'application du système de management de la qualité peut être décomposée en plusieurs parties, comme on peut observer sur la Figure 10, et qui sont basées sur le plan PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

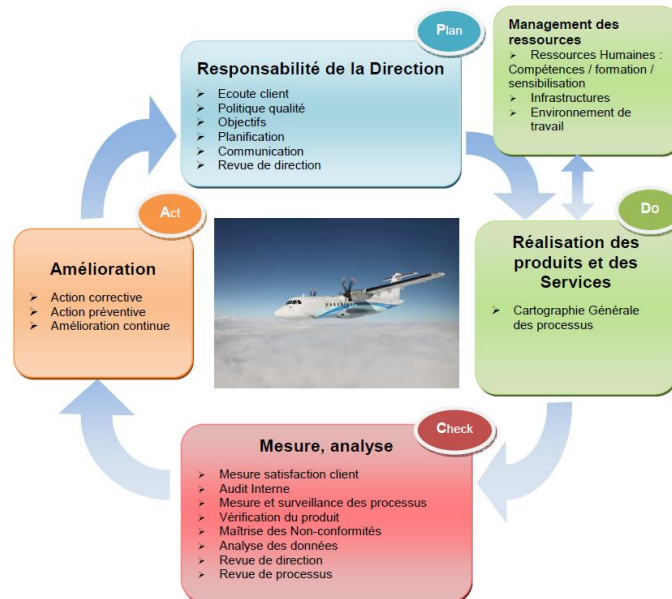


Figure 10. Schéma du processus Plan-Do-Check-Act.

Les actions du cycle PDCA peuvent être définies comme :

- **Plan** : établissement des objectifs du système et analyse exhaustive de ses processus pour fournir un produit en accord avec les exigences du client. Identification de risques et opportunités. Planification et définition des acteurs.
- **Do** : implémentation des actions pour aboutir au plan développé.
- **Check** : monitoring du processus et du produit résultant par rapport aux objectifs ciblés et aux exigences (avec mesures dans les cas possibles). Fourniture des résultats et évaluation.
- **Act** : prise d'actions afin d'améliorer la performance selon les résultats et les objectifs visés. Assurer la continuité des actions et rédaction de documents et méthodes.

Lors de mon stage, j'ai pu vraiment appliquer la procédure et le suivi de ce plan PDCA avec les tâches qui m'ont été confiées et j'ai ressenti aussi le esprit de transversalité dans l'entreprise.

4.2 OBJECTIFS QUALITE ATR

ATR est actuellement certifié ISO 9001 selon la norme de 2008 (N°2015/69646.1) et aussi certifié NF EN 9100 selon la norme de 2009 (N°2015/69647.1).

L'EN 9100 est la norme internationale en matière de Système de Management de la Qualité, spécifique du marché aéronautique et spatial et a été développée par l'IAQG (*International Aerospace Quality Group*). Elle est plus complète que la norme ISO 9001, qu'elle reprend néanmoins entièrement(7).

Pendant cette année, ATR a décidé d'être audité à nouveau afin d'obtenir les deux certifications, qui ont été mises à jour l'année 2016.

Les objectifs du Département Qualité sont donc d'une importance majeure vis-à-vis des objectifs de l'entreprise.

D'autre côté, en début d'année, ATR a implanté le *Hand-Over Process*.

Ce procès consiste à transférer l'inspection et l'acceptation des parties livrées à ATR aux partenaires Leonardo (fuselage) et Airbus (voilure). Les pièces livrées sont inspectées chez les partenaires en assurant une qualité attendue lors de l'arrivée en FAL (voir Figure 11).

Le *Hand-Over Process* permettra à la FAL d'ATR de réduire l'impact de la non-qualité des partenaires sur la ligne de production, en rendant aussi la FAL beaucoup plus efficace en termes de planification et temps de production.

De plus, cela permettra aux partenaires d'améliorer sa qualité et de devenir eux-mêmes de plus en plus performants.

Le *Hand-Over Process* a démarré en Janvier 2017 pour le partenaire Leonardo et sera lancé ultérieurement pour le partenaire Airbus.

Le but global de l'entreprise, vis-à-vis de ce procès et d'autres améliorations en Qualité, est de diviser par deux les contretemps générés par les non-conformités dans la FAL et donc d'améliorer la qualité du produit et simplifier le flux de production. L'objectif de réduction des coûts générés par les non-conformités a été fixé au 30% pour l'année 2017.

C'est précisément dans ces ambitieux objectifs d'amélioration de la Qualité que s'inscrit l'ensemble du stage effectué.

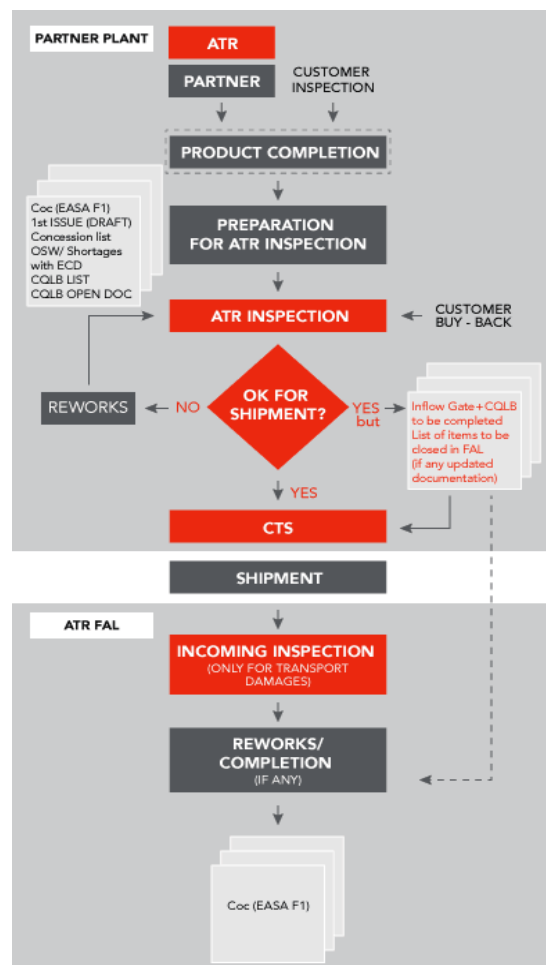


Figure 11. Schema du Hand Over Process (HOP).

Dans un premier temps, le but a été de comprendre les concepts nécessaires pour suivre les démarches et les nomenclatures, non seulement du département, mais aussi des sujets de la FAL et des spécifications techniques des avions.

J'ai démarré alors avec l'automatisation de la sortie des indicateurs de qualité, où j'ai dû interagir avec les personnes de mon département. J'ai acquis énormément de connaissances des problèmes issus en FAL et aussi de la façon dont ils doivent être traités.

Dans la partie finale de ce projet, j'ai aussi eu la responsabilité de lancer le projet de migration à la plateforme ACPnG, un outil largement utilisé au sein d'AIRBUS et qu'ATR a commencé à implémenter en 2017 et que j'approfondirai plus en avant.

Ensuite, j'ai eu l'occasion de démarrer un projet également ambitieux et important pour l'entreprise, ainsi que transversal : le traitement des dérogations. Dans ce projet, mon tuteur m'a laissé l'occasion de prendre des responsabilités : dès l'analyse pour identification des problématiques les plus importantes jusqu'à l'étude technique et les échanges avec les fournisseurs.

5. AUTOMATISATION DES INDICATEURS QUALITE

Afin de prendre les actions correctives adéquates sur les écarts de qualité identifiés sur la production, une analyse des problèmes doit être faite.

Cette analyse prend en compte les problèmes issus de la FAL pour après les identifier et quantifier en termes d'impact.

L'interface entre les opérateurs de la FAL et le service Qualité¹ est le logiciel SAP. Dans les différentes partitions de SAP toutes les anomalies, les défauts et les remarques vues en FAL sont rédigées et stockées. Ainsi, une traçabilité des problèmes en FAL est laissée pour pouvoir réaliser les analyses.

C'est avec cette base de données que le service Qualité obtient les tendances de la production en termes de non-qualité (indicateurs KPI). De cette manière le service peut prioriser les voies d'amélioration et les plans d'actuation à mettre en place pour corriger les écarts de qualité.

La première tâche qui a été développée pendant le stage a été l'automatisation des indicateurs de qualité ainsi que la migration des outils *Quality Partners* vers l'outil de contrôle de la FAL : ACPnG. Plus concrètement, j'ai travaillé pour la qualité du partenaire Airbus, qui fournit l'ensemble voilure comme on a vu précédemment. Pendant l'explication je vais faire toujours référence aux problèmes eus par l'avion en FAL, mais il faut toujours considérer que c'est seulement sur la partie voilure.

Comme déjà évoqué, les indicateurs de qualité servent à illustrer les tendances registrées sur la FAL et qui concernent les non-conformités observées (appelées anomalies de montage ou AMs).

L'objectif de cette première tâche a été donc de rendre cette démarche beaucoup plus agile pour pouvoir faire rapidement l'analyse des données de la FAL et entreprendre les actions correctives adéquates. Plus concrètement, le but a été de standardiser la démarche et d'automatiser le processus de traitement de ces AMs.

5.1 DEFINITION DU PLAN DE TRAVAIL ET KICK-OFF

D'abord, un planning du projet a été établi afin de bien comprendre la démarche à suivre pour l'automatisation des indicateurs. Ce planning a permis de cibler le périmètre de travail aussi qu'à comprendre la nature des données à traiter : les anomalies de montage.

L'apprentissage du traitement des AMs a été fait afin de comprendre la totalité du sujet et pouvoir après rentrer dans le détail de chaque partie séparément, vu que les AMs peuvent aborder une grande diversité de sujets sur avion.

Le cycle de vie d'une AM peut ainsi être défini comme montré sur la Figure 12.

Dans le cycle suivi par une AM on peut déjà identifier le point exact où ce projet s'encadre : entre l'extraction des données de la FAL après intégration sur SAP et la sortie des KPIs.

Mon travail dans ce projet a été de concevoir l'outil d'automatisation de cette tâche, en choisissant dans chaque cas la solution qui pourrait être la meilleure vis-à-vis des demandes et des besoins du département.

¹ Autres services comme la production, le management de la FAL ont aussi le lien SAP avec la FAL.

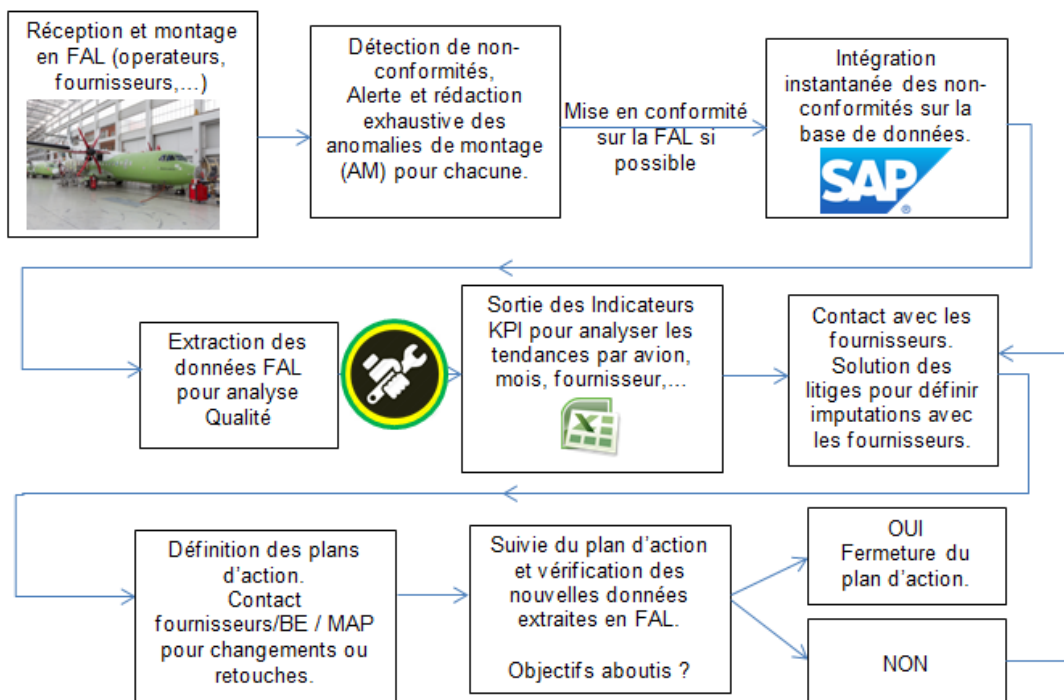


Figure 12. Schéma du cycle suivi par une AM.

5.1.1 Etat de lieu de sortie des indicateurs à l'arrivée

Avant de démarrer avec la conception du programme, un état de la démarche suivie pour la création des KPIs a été faite.

D'abord une importante tâche d'extraction dès SAP doit être faite avant d'intégrer les données Excel dans le fichier base, nommée *Listing AM*. Dans cette démarche, des routines de mise en forme des données avaient dû être faites pour rassembler, par exemple, le texte de description de l'AM.

Ensuite, les données sont additionnées dans le fichier d'extraction des KPIs : le fichier *Listing AM*.

Une fois dans le fichier *Listing AM*, des tableaux à l'aide de formules dans chaque cellule automatisent certaines tâches basiques répétitives.

Néanmoins, vu la quantité de données à traiter, ce traitement consomme beaucoup de ressources informatiques.

Par contre, beaucoup de tâches sont laissées à faire manuellement à l'utilisateur. Celui doit vérifier une énorme quantité d'AMs, en les classifiant une par une et en vérifiant plusieurs domaines pour chaque une. Une tâche assez lourde est la sortie des indicateurs, qui sont encore faits à la main une fois que les données ont été complètement traitées.

En définitive, un grand potentiel d'automatisation existe lors du démarrage du projet. Les opportunités identifiées dans ce projet d'automatisation des KPIs ont été les suivantes :

- Réduction du temps de sortie des indicateurs.
- Réduction de la taille et nombre de fichiers exécutables à gérer.
- Traitement plus précis des données et donc minimisation des sources d'erreur.
- Réduction de la charge de travail pour l'utilisateur pendant la tâche de sortie des indicateurs.
- Possibilité de cibler plus facilement des axes d'intervention pour l'application d'actions correctives.
- Propreté et standardisation du fichier de traitement des AMs.

5.1.2 Plateforme de développement de l'outil

D'autre part, une décision prise dès du début a été de développer le logiciel en langage VBA, même si un choix libre avait été laissé de ce côté. Ce choix a été fait en prenant compte plusieurs aspects :

- Excel est un logiciel suffisamment puissant pour les besoins du département.
- Excel est un logiciel assez connu pour l'ensemble du département et par des potentielles personnes qui puissent être embauchées par l'entreprise. Tout l'ensemble de l'équipe Qualité utilise périodiquement le logiciel Excel, auquel ils sont fortement adaptés.
- Excel est assez transparent à l'utilisateur et *user friendly*. Même si des macros sont utilisées, le langage VBA est assez compréhensible et une personne peut l'adapter au besoin suivant les macros déjà créés (comme c'est le cas dans le département).
- L'extraction des données dès SAP se font en format Excel. De ce fait, un programme principal en Excel rend la démarche beaucoup plus logique et facile en termes de format des fichiers.
- Le fichier déjà existant pour le traitement manuel des AMs est basé sur Excel. Une migration vers un autre logiciel entraînerait un travail très important de transfert des données déjà stockées.
- Un premier essai d'automatisation partielle du traitement des données avait été fait précédemment sur la base du fichier 100% manuel. Certaines routines développées n'ont pas fourni les spécifications attendues et ne sont pas utilisées actuellement. De ce fait, certaines routines peuvent être revissées ou peuvent servir d'inspiration pour la nouvelle méthode.

Le logiciel choisi avec l'accord du département Qualité a été donc finalement Microsoft Excel, sur la base de Macros et tableaux dynamiques, afin d'alléger aussi le fichier de base qui est assez coûteux à gérer par les ordinateurs.

5.2 ARCHITECTURE DU PROGRAMME DEVELOPPE

Les bases de l'automatisation faite sur le fichier se centrent sur des onglets déjà utilisées en format Excel et qu'étaient traitées en mode manuel pour transférer et traiter les données.

Etant la mise en page de ces onglets déjà adaptée aux besoins du département, certains contenus ont été préservés, en faisant des changements de mise en page des données dans les cas où le programme pouvait avoir des améliorations substantielles par rapport à la version de base.

La programmation des Macros d'Excel en langage VBA et tous les onglets du fichier Excel sont présentés par la suite en forme de schéma pour voir les interactions et la démarche du programme.

Afin de bien comprendre les interactions entre les macros et les feuilles Excel, chaque onglet a le lien avec les macros qui la consultent et/ou en modifient à l'aide d'une flèche d'un couleur déterminé.

A titre d'exemple, l'onglet « total AM » interagit avec quatre macros car elle a quatre flèches (voir Figure 13). Les flèches situées en bas des macros indiquent l'ordre d'exécution du programme.

L'outil développé est basé sur une feuille Excel, nommée *Listing AM*. Dans cette feuille on y trouve plusieurs onglets (partie haute de la Figure 13) et plusieurs routines ou macros (partie en bas de la Figure 13).

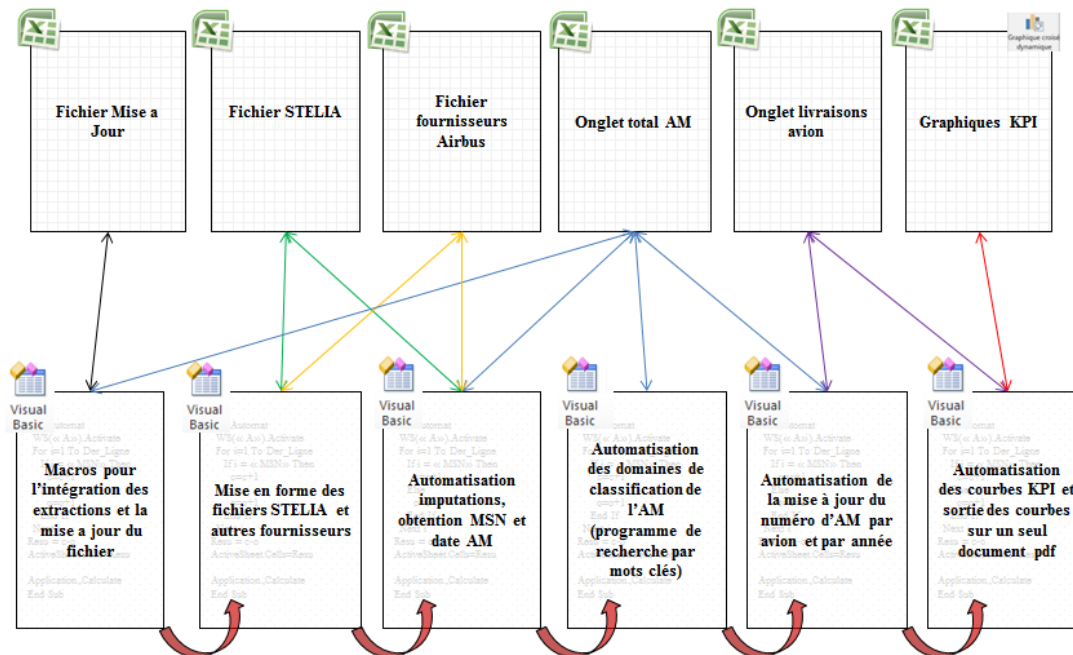


Figure 13. Schéma du logiciel développé.

Par la suite une petite description de chaque macro/onglet et les interactions est faite afin de pouvoir bien comprendre le fonctionnement global du programme développé et la valeur ajoutée que ça implique dans le département comme première partie du stage. Certains aspects ne seront pas détaillés en profondeur à cause de la confidentialité.

➤ Onglet Fichier Mise à Jour

Cet onglet a comme fonctionnalités le chargement et intégration des données issues de SAP.

Pour chaque livraison avion, une extraction de SAP est faite afin de connaître les problèmes rencontrés et pouvoir les intégrer au total d'AMs. On va donc traiter à chaque fois un nouvel avion, qui va être celui extrait et rentré. Pour chaque chargement et intégration on parlera donc du MSN (*Manufacturing Serial Number*) en cours.

A l'aide d'un bouton on peut aller chercher le fichier Excel issu directement de l'extraction SAP.

Une fois chargé, le programme le met automatiquement dans le format et a mise en forme souhaité et le sauvegarde dans une feuille du fichier Excel « Listing AM ».

Ensuite, et à l'aide d'une autre routine, une intégration des AMs du MSN en cours est faite sur l'onglet « total AM ». Cet ajout est fait en suivant les critères et méthodes établis pour la qualité.

D'autre part, des routines ont été mises à disposition afin connaître l'état de mise à jour de l'ensemble du fichier et la possibilité de faire des recherches détaillées sur certains sujets récurrents en FAL.

➤ Onglet Fichier STELIA

Cet onglet sert à intégrer les AMs d'imputation STELIA lors des revues de la « Commission Litiges »².

Dans les commissions Litiges, les sujets en Litige entre ATR et ses fournisseurs (dans ce cas STELIA) sont abordés un par un et les imputations finales sont décidées.

² J'ai eu l'opportunité lors de mon stage de participer à des Commissions Litiges avec STELIA, fait qui m'a montré un aspect vraiment important de la gestion des non-conformités en FAL en lien avec les fournisseurs. Dans ces revues, des aspects techniques sont mis en discussion, fait qui a permis d'enrichir ma formation, de progresser dans la compréhension de sujets traités par le service et de connaître un peu plus le fonctionnement de l'aéronef.

Suite à ces commissions, un fichier Excel est envoyé chez ATR. Ce fichier est ensuite intégré sur le fichier *Listing AM* dans l'onglet « Fichier Stelia ».

➤ Onglet Fichier autres fournisseurs Airbus

Comme dans le cas de STELIA, ce fichier décrit les imputations finales de certaines AMs, mais dans ce cas pour les autres fournisseurs d'Airbus.

Etant les fournisseurs d'Airbus d'une taille plus petite que STELIA (en volume de produit fournit), le fichier est d'une taille plus réduite et la revue n'a pas besoin de se faire avec une revue assez importante comme la « Commission Litiges ».

Ce fichier est aussi intégré automatiquement dans l'onglet « Fichier fournisseurs Airbus ».

➤ Onglet total AM

Cet onglet est le cœur du programme de traitement des AMs. Dans cette onglet toutes les AMs issues en FAL sont stockées ligne par ligne avec plusieurs informations relatives à chacune, comme par exemple : l'état de l'AM, la date d'ouverture, le MSN d'affectation, le fournisseur, le *Part Number* de la pièce et le texte de description de l'AM, entre autres.

A l'aide des plusieurs routines créées, plusieurs informations clés pour la construction des indicateurs sont mises AM par AM.

Un point clé de cet onglet est l'automatisation de la saisie des domaines des AMs, avec le programme de recherche par mots clés qui a été développé et duquel je vais montrer ses performances abouties ci-après.

Plusieurs fonctionnalités ont été ajoutées à cet onglet, qui permet de savoir l'état de mis à jour des AMs et le besoin ou non de mettre à jour ces informations.

➤ Onglet livraisons avion

Cet onglet concentre toutes les livraisons des avions qui ont été faites chaque année ligne par ligne et en ordre de livraison. Plusieurs informations sont saisies pour pouvoir construire plusieurs indicateurs, selon l'intérêt. Parmi ces infos on trouve : l'année de livraison, le numéro de livraison, le MSN, la compagnie à laquelle a été livrée l'avion et le numéro d'AMs de l'avion.

De plus, ces AMs sont classifiées, pour chaque MSN, selon le domaine d'imputation qui indique la zone de l'avion sur laquelle elles ont été trouvées (classification faite pour el code de recherche par mots clés précédemment évoqué).

A la fin de chaque année, on trouve les moyennes par avion, qui sont mises à jour automatiquement à chaque livraison avion, pour connaître la tendance jusqu'au présent.

Toutes les informations utilisées sont extraites de l'onglet « total AM », qui a été complétée en antériorité.

L'information saisie sur ce dernier onglet est celle qui est a posteriori exploité par les indicateurs KPI pour montrer les tendances des non-conformités. On voit donc l'intérêt d'aboutir à une solution qui rend cette tâche le plus automatisée possible.

➤ Graphiques KPI

D'après l'onglet « livraisons avion », des tableaux dynamiques automatisés ont été mis en place. Ces tableaux font la lecture et la mise en forme des données souhaitées. A chaque mise à jour du document, les courbes sont automatiquement actualisées pour être imprimées si besoin.

Une fonction automatique de sortie des KPIs en document *pdf* a été aussi implémentée.

Par la suite, on peut voir deux exemples d'indicateurs qui sont extraits régulièrement de l'outil développé (Figure 14). Dans les deux cas, les chiffres ont été cachés afin de conserver la confidentialité. Les échelles des graphiques ont été aussi cachées et modifiées.

Sur la Figure 14a) on peut voir le total d'AMs par MSN livré pendant l'année 2017 ainsi que la comparaison avec les années précédentes.

La Figure 14b) montre l'évolution du total des AMs par rapport au domaine de l'avion affecté. Ce dernier est un clair indicateur du progrès fait avec les actions correctives déployées pour chaque domaine de l'aéronef et est un des plus consultés pour connaître l'état d'avancement des différents sujets.

Autres indicateurs sont aussi construits pour connaître plusieurs informations qui sont intéressantes pour le lancement d'actions correctives.

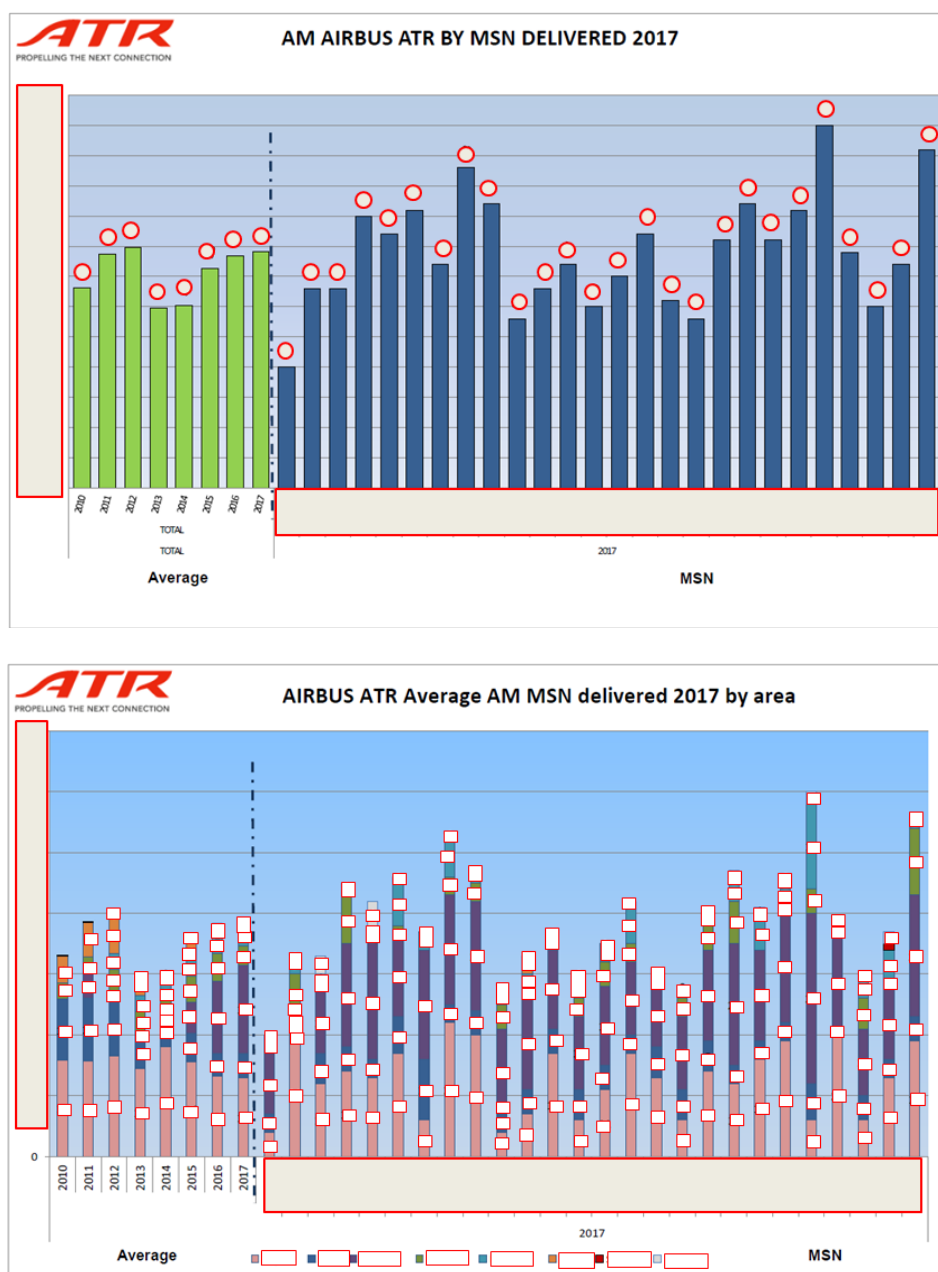


Figure 14. Exemple des KPIs issus du programme développé (a) en haut et (b) en bas.

5.3 DEMARCHE ET RESULTATS OBTENUS

Pendant le développement de l'ensemble du projet des réunions quotidiennes ont été faites pour partager l'avancement ainsi que pour définir les nouvelles actions à prendre et saisir des dates de livraison et revue.

Lors des dates de revue, une attention spéciale a été mise sur les nouvelles possibilités du code qui puissent rendre plus puissant et ergonomique l'outil développé.

Cette démarche a été spécialement remarquable pendant le développement du code de recherche par mots clés, qui fait partie du cœur du programme d'automatisation et duquel j'en détaille un peu plus son développement ci-après.

Par la suite, on peut voir l'évolution de ce programme de recherche par mots clés. Cette courbe a été construite à l'aide de quelques échantillonnages faits lors des évolutions majeures du code et qui ont servi à connaître son état d'avancement.

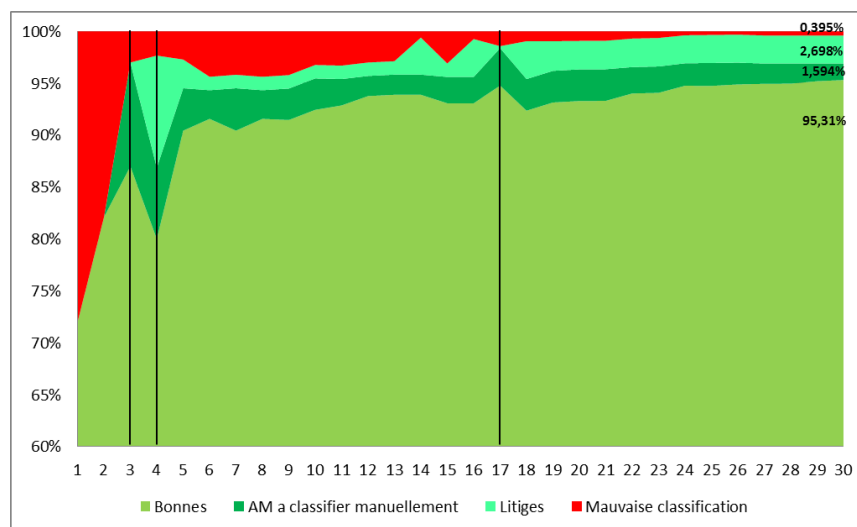


Figure 15. Evolution du programme de recherche par mots clés.

Sur cette courbe on peut remarquer trois lignes verticales. Ces lignes servent à faire ressortir des points importants d'évolution du programme. Jusqu'à la première, un petit échantillon d'AMs a été traité pour faire des tests préliminaires avec les mots clés utilisés et vérifier l'efficacité potentielle du programme.

Une fois vérifié que le pourcentage d'AMs bien caractérisées ne pouvait pas rejoindre une valeur proche du 100%, il a été décidé d'introduire le concept de « AM à classifier manuellement ».

Même si ces AMs doivent être saisies à la main par l'utilisateur, on voit clairement l'intérêt de son introduction vis-à-vis de la minimisation du taux d'erreur par rapport à une automatisation complète.

Ensuite, lors de la deuxième ligne verticale, certaines AMs provenant du fichier *Litiges* ont été prises en compte. La quantité totale d'AMs prise en compte a été ici élargie jusqu'à environ 400.

Lors de la dernière ligne verticale, le total des anomalies ont été traités et le procès de raffinement a démarré jusqu'à rejoindre les valeurs finales pour le code de recherche qu'on retrouve sur la partie droite du de la courbe de la Figure 15.

Comme résultat du raffinement du code, on obtient à la fin un 95,31% d'AMs bien classifiées, par 0,395% d'AMs incorrectes.

Le pourcentage restant fait partie d'AMs en Litige et d'AMs à classifier manuellement. On peut accepter que ces deux dernières font partie des AMs correctes après affectation du domaine par l'utilisateur.

Ainsi, on arrive à un chiffre d'AMs correctes de 99,6%.

Vue le nombre d'AMs à traiter annuellement pour le partenaire Airbus, la grosse partie du travail est fournie par le programme (~95%) en laissant très peu d'erreurs derrière (~0,4%), même si un petit travail manuel est encore requis pour affecter certaines AMs (~4,6%).

5.4 SUITE DU PROJET : MIGRATION SAP VERS ACPNG ET HARMONISATION DES INDICATEURS

Une fois le projet d'automatisation était mature du point de vue d'utilisation et capable d'assurer la continuité de la sortie des indicateurs de forme beaucoup plus agile et rapide, une nouvelle tâche a été proposée. Cette tâche concerne la substitution de SAP par une nouvelle plateforme : ACPnG. Cette migration vers ACPnG s'inscrit dans le cadre d'un projet transversal au sein de toute l'entreprise qui poursuit l'homogénéisation dans un seul outil de toutes les données source de la FAL. Cela doit contribuer à l'amélioration des performances au sein de tous les départements ainsi qu'au partage d'informations.

5.4.1 L'outil ACPnG

ACPnG, acronyme d'*AirCraft Progress New Generation*, est une plateforme mise en place au sein d'Airbus Group pour réaliser le suivi en temps réel des données issues des FAL's.

Cette plateforme permet de faire un lien entre la production en FAL et les départements qui travaillent avec les données pour optimiser le passage des avions. Ainsi, le suivi en direct des problèmes et des avancements faits sur les avions en FAL est fonctionnel.

A travers ACPnG une énorme quantité de données est à disposition de l'utilisateur. D'abord, elle contient l'ensemble des données SAP qui étaient utilisées jusqu'à aujourd'hui et qui sont la base des indicateurs Qualité.

Ensuite, des nouvelles fonctionnalités ont été rajoutées dans cet outil. Certaines qui sont remarquables du point de vue opérationnel sont : temps de travail réalisé sur l'avion, temps manquant de travail sur avion, plan en temps réel des avions sur la FAL, vue en direct des AMs issues en FAL, vision des avions livrés, des avions stockés, entre autres.

De plus, plusieurs outils de SAP ont été fusionnés sur cette plateforme (PGI, PAC et PGW dans le périmètre qui concerne l'ensemble de ce projet et du département qualité), fait qui rend totalement transversal l'utilisation de cet outil dans tous les départements ayant besoin des données de la FAL.

ACPnG a été construit autour d'un environnement beaucoup plus *User Friendly* que l'environnement SAP et qui permet d'interagir d'une façon plus confortable et rapide ainsi qu'avec plus de potentiel.

5.4.2 Le projet de migration d'ATR vers ACPnG

Le planning global du projet de migration vers ACPnG, peut être vu sur la Figure 16. Avec la décision de commencer avec l'utilisation d'ACPnG, le département Qualité a cherché d'être en avance de phase pour être un des premiers départements à introduire cette plateforme. Le lancement de ce projet a été présenté lors de la réunion semestrielle de la FAL, dans laquelle j'ai pu remarquer les défis à aborder dans tout l'ensemble de la FAL et l'intérêt de l'utilisation d'un même espace de travail commun.

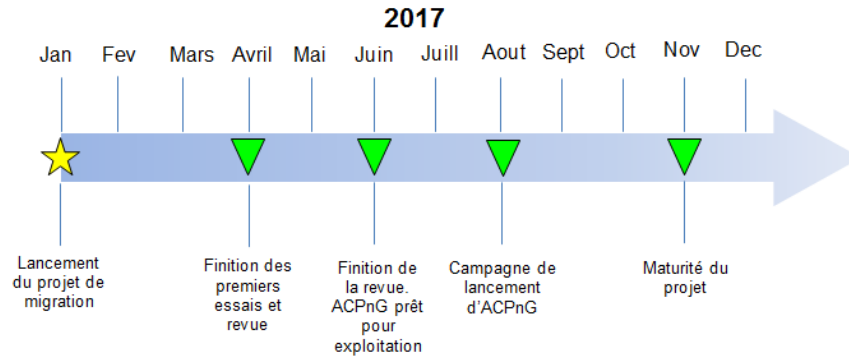


Figure 16. Roadmap du projet de migration ACPnG.

Cet outil a le but d'homogénéiser les critères pour le suivi de la FAL ainsi que faciliter les interfaces entre départements et l'échange d'informations avec une source commune.

Au niveau du département Qualité, l'introduction de cet outil doit permettre aussi de faire une homogénéisation des critères de traitement des AMs et de leur suivi. Ce projet d'homogénéisation (voir 5.4.3), piloté avec le support du service *Quality Performance Improvement*, a représenté une partie importante de mon activité et a clôturé l'ensemble du projet d'automatisation des indicateurs de qualité.

La migration vers ACPnG m'a été confiée complètement dès du début, fait qui m'a demandé de prendre l'initiative pour contacter plusieurs départements pour organiser des réunions et évaluer le potentiel de l'introduction de cet outil de production dans notre service.

Le projet a démarré avec un partage d'informations avec le département de Management Opérationnel (Programmes). Ce département est en charge, entre autres, de calculer les surcoûts financiers entraînés pour les AMs issues en FAL. Au sein du département Qualité, des calculs de coût sur la non-qualité sont aussi réalisés afin de cibler et réduire les AMs qui entraînent ces coûts non-désirés.

Le lien et partage d'informations, mais aussi de données de base, est donc un point crucial pour l'avancement de ces projets menés ensemble entre les deux départements. Ces projets de réduction des surcoûts sont, aujourd'hui, une priorité au sein de l'entreprise.

Suite au *kick-off*, j'ai dû organiser plusieurs réunions avec le service Production FAL et le service Formation Software pour acquérir des connaissances sur l'outil et comprendre le potentiel pour mieux l'exploiter. En parallèle, j'ai aussi pu travailler avec le stagiaire du département de Management Opérationnel, J.NGOUE. Nous avons pu partager l'avancement lors de plusieurs revues sur le sujet.

Après ces échanges et le suivi d'un cours de formation, j'ai acquis les compétences nécessaires pour piloter le changement vers ACPnG et j'ai intégré cet outil au sein du service pour le traitement des AMs. Finalement, j'ai réalisé une formation sur l'outil au personnel du service qui avait besoin de basculer sur cette nouvelle plateforme.

Avec l'introduction d'ACPnG, le travail d'extraction et traitement des AMs se fait actuellement d'une manière beaucoup plus facile, rapide et automatisée. L'utilisation d'ACPnG a permis, entre autres, d'éliminer certaines tâches et routines répétitives pour chaque traitement de données.

L'introduction d'ACPnG a aussi permis d'intégrer plus facilement la nouvelle méthode M095, présentée par la suite.

5.4.3 Méthode M095 d'harmonisation des AMs

Le projet d'harmonisation des indicateurs fait partie de l'ensemble de l'automatisation des indicateurs qualité et c'est la tâche qui clôture ce projet.

Il s'encadre dans la volonté des directions du département Programmes et Qualité d'avoir des indicateurs des AMs dépollués de certaines AMs qui n'affectent pas la qualité produit.

Le lancement de ce projet suit ainsi la ligne des objectifs 2017 d'ATR d'amélioration de la qualité. Une fois implémenté, les futures collaborations entre les deux départements vont pouvoir être faites plus facilement afin de réduire les AMs ainsi que son impact sur la FAL.

Dans ce projet j'ai partagé la responsabilité du pilotage des décisions à prendre avec L.TOKIKO et j'ai ensuite été en charge de faire l'implémentation et le test de la méthode.

Les différents services avec lesquels j'ai dû partager les informations et présenter l'avancement ainsi que les décisions peuvent être détaillées sur la Figure 17.

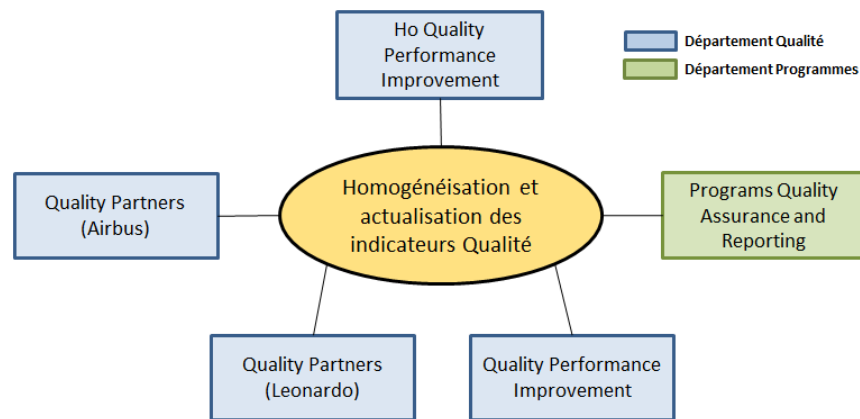


Figure 17. Interfaces du projet d'harmonisation (toutes les parties font partie d'ATR).

La dépollution des indicateurs d'AMs a pour but d'identifier les non-conformités sur FAL et exclure un certain numéro d'AMs, pour avoir des indicateurs plus raffinés sur la non-qualité et ses impacts.

En lignes générales, la FAL remarque souvent des AMs qui ne sont pas des problèmes de qualité des pièces. Ces AMs sont normalement rédigées comme AMs de traçabilité ou prélèvement, de parachèvement, entre autres. Elles servent à informer et à tracer ce qui se passe en FAL, même si ces AMs ne font pas partie de problèmes de qualité.

On comprend donc l'intérêt d'enlever de façon adéquate ces AMs lors du comptage d'AMs de qualité et de surcoût.

Les points d'avancement de ce projet ont été faits hebdomadairement afin de partager le point de vue des différents acteurs ainsi que pour faire une révision des tests réalisés.

A la fin, la méthode M095 a été rédigée afin de la documenter et montrer comment le traitement des AMs doit être fait dorénavant. La documentation et sauvegarde de ces méthodes, ainsi que la diffusion pour l'utilisation, est un point crucial pour la certification Qualité des entreprises et pour une démarche Qualité standardisée.

5.5 VALIDATION ET DOCUMENTATION

Afin de valider et documenter tout l'outil d'automatisation des KPIs développé, un manuel d'utilisation a été rédigé pour rendre le programme le plus transparent possible aux utilisateurs (voir Figure 18). Un futur utilisateur peut ainsi démarrer avec l'utilisation du logiciel en suivant la démarche expliquée. De nombreux essais du logiciel ont été faits à l'aide de ce manuel pour le rendre de plus en plus détaillé. Avec ces itérations un document exhaustif a finalement été obtenu et testé pour les membres du département.

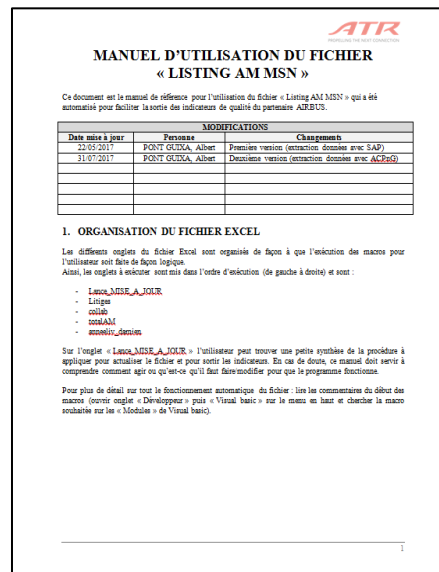


Figure 18. Manuel d'utilisation de l'outil développé (page 1 sur 13).

Il faut aussi remarquer que tout le code développé a été entièrement commenté, de façon très exhaustive, pour qu'il puisse être facilement compris et modifiable, si besoin, pour les membres du département.

5.6 CONCLUSIONS DU PROJET D'AUTOMATISATION DES INDICATEURS QUALITE

A la fin de l'automatisation de la sortie des indicateurs, le résultat obtenu est très satisfaisant, d'autant du point de vue ergonomique pour l'utilisateur comme du point de vue du fonctionnement attendu.

Le temps de sortie des indicateurs s'est beaucoup réduit (environ -50%) et la démarche à suivre a été allégée. Toutes les routines manuelles ont été automatisées et plusieurs fonctionnalités ont été rajoutées.

Le fait d'avoir maintenant une automatisation complète rend la démarche plus robuste par rapport à la modification manuelle, vu que la quantité de données à traiter est très importante. Le taux d'erreur par rapport à la classification manuelle a été ainsi réduit.

L'introduction de l'outil ACPnG a permis aussi de rendre le traitement beaucoup plus aisé ainsi que de réaliser le nouvel filtrage des AMs de la FAL souhaité pour les directions *Programmes* et *Qualité*.

Le travail fournit accomplit finalement l'ensemble des exigences attendues. Vu que les sujets des AMs dans la FAL est en changement continu, l'outil a été laissé retouchable afin d'y pouvoir faire des adaptations au fur et à mesure des évolutions observées.

La réduction du temps de sortie des indicateurs va donc permettre au service de dédier plus de temps aux tâches opérationnelles et à aborder plus d'actions correctives. Cela va contribuer positivement à la diminution des AMs pour rejoindre en fin d'année la réduction du 30% des surcoûts de la non-qualité.

A titre personnel, ce projet m'a permis de connaître les outils utilisés en Qualité. Par ailleurs, le suivi des AMs en FAL m'a permis de connaître en profondeur le traitement de la récurrence ainsi que voir comment les informations sont partagées avec les fournisseurs afin d'améliorer le produit.

De plus, lors des différentes réunions auxquelles j'ai assisté pendant le développement de l'outil, j'ai pu acquérir beaucoup de connaissances sur la production aéronautique et les problèmes rencontrés lors de l'assemblage final. Le traitement des AMs m'a permis de pouvoir connaître l'avion dans le détail ainsi qu'aller sur l'avion à connaître les problématiques les plus récurrentes.

6. TRAITEMENT DE DEROGATIONS RECURRENTES

En parallèle au projet d'automatisation, j'ai fait partie du projet d'analyse et suivi de dérogations récurrentes sur les avions. Ceci concerne le partenaire Airbus³ et les différentes parties de la voilure de l'avion (voir Figure 19). Ce projet a été créé juste au moment de mon arrivée au sein de l'entreprise et j'ai travaillé dans ce cas avec le service *Quality Performance Improvement* pour le mettre en place.

Ce projet, déclenché par la direction Qualité, et toujours en ligne avec les objectifs qualité de l'entreprise, poursuit la réduction des dérogations sur l'ensemble des avions.

Une dérogation est le manque de conformité d'une partie du produit par rapport à la définition et qui est accepté par le client dans cet état. En contrepartie de cette acceptation, des réductions sur le prix de vente des avions doivent être faites une fois qu'ils sont livrés aux compagnies aériennes.

Ainsi, comme dans le cas précédent des AMs, on voit que les dérogations entraînent des surcoûts en production. Ces surcoûts sont estimés, pour chaque dérogation, de 4K€ à 9K€. Dans le cas des dérogations il y a, en plus, un impact important vis-à-vis de l'image client.

Sa réduction est donc un objectif important de l'entreprise, non seulement pour l'aspect économique mais aussi pour la qualité du produit et l'amélioration de l'image d'entreprise.

L'objectif dans ce projet a été d'identifier les sujets les plus importants pour le partenaire Airbus et en faire une analyse détaillée pour ensuite initier des actions correctives avec le partenaire et ses fournisseurs.

Vue la diversité et le numéro de sujets techniques qui ont été traités dans cette section, seulement le détail d'un sujet va faire partie du rapport.

Due à la confidentialité, certaines informations ont été supprimées ou cachées.

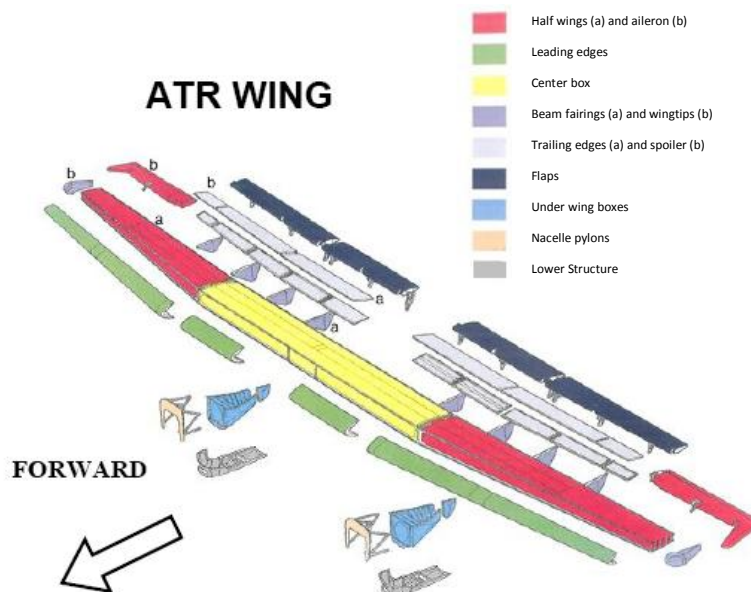


Figure 19. Vue éclatée de la voilure des avions ATR.

³ J'ai aussi eu l'opportunité de commencer à traiter les dérogations du partenaire Leonardo. Néanmoins, ce projet a démarré plus tard que pour le partenaire Airbus. Ainsi, le projet n'est pas encore assez mature pour être présenté en profondeur dans ce rapport.

6.1 LES DEROGATIONS : DESCRIPTION ET TYPE

Comme déjà évoqué, une dérogation est une manque de conformité d'une partie de l'avion par rapport à la définition et qui est acceptée par le client dans l'état. Les dérogations ont comme différence par rapport aux AMs le fait qu'elles définissent une anomalie qui ne peut pas être mise en conformité d'une manière simple en FAL.

La rédaction, traitement et suivi des dérogations sont extensivement décrits dans des méthodes internes de l'entreprise. A titre d'exemple, on peut voir sur la Figure 20 le schéma de création d'une dérogation et les différentes étapes de définition et validation qu'elle suit.

L'origine d'une dérogation peut se situer dans une AM. Dans le cas où cette AM ne peut pas être remise en conformité d'une manière simple en FAL, une dérogation est créée. Selon le cas, le département d'ingénierie d'ATR prend en charge la redéfinition du composant ou le fournisseur est contacté pour remettre sa procédure de fabrication aux standards demandés.

Suite à sa création, la dérogation est affectée de plusieurs suffixes et descriptions. Cette classification sert à faire un tri des dérogations pour pouvoir ensuite les différencier selon la criticité de l'impact sur les performances avion, l'impact sur les travaux en FAL ou l'impact sur la qualité aperçue pour le client.

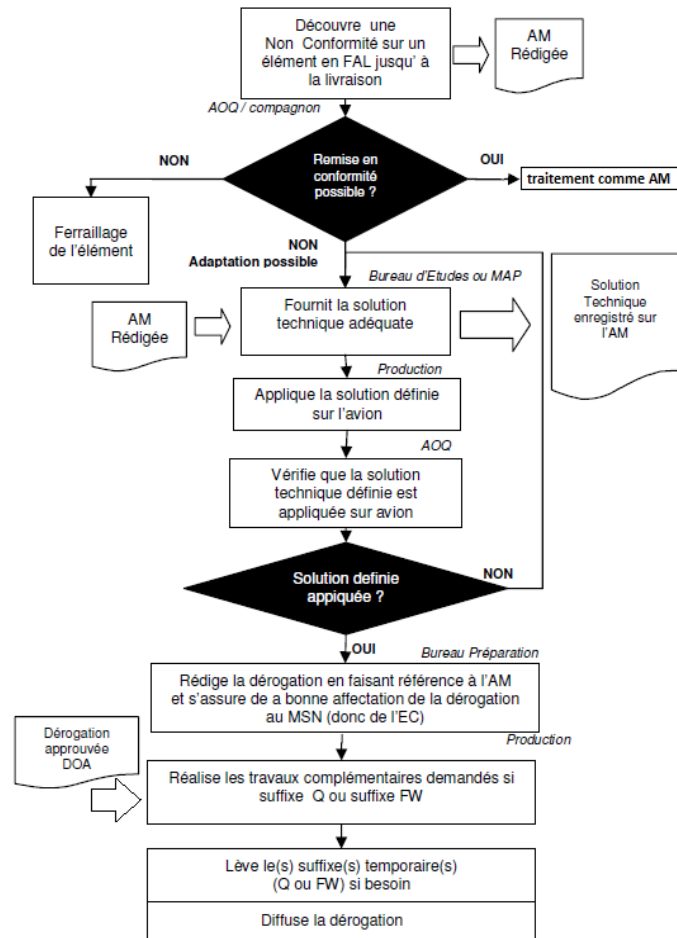


Figure 20. Schéma de création et suivi d'une dérogation.

Dans cette classification on peut en remarquer les suivantes⁴ :

- Classification
 - **Dérogation MINEURE** : changement qui n'a pas d'effets appréciables sur la masse, équilibre, la structure, la résistance, la fiabilité, les caractéristiques opérationnelles, le bruit ou autres caractéristiques qui puissent affecter la navigabilité de l'avion. ATR a l'autorité d'approuver seulement les dérogations MINEURES.
 - **Dérogation MAJEURE** : tous les changements n'étant pas MINEURS. Toutes les dérogations MAJEURES doivent être approuvées par l'EASA.
- Suffixes permanents
 - **Suffixe R** : ce suffixe est mis quand la dérogation couvre une non-conformité qui entraîne des limitations d'usage de l'aéronef (soit opérationnel ou de maintenance). Ce suffixe doit toujours être communiqué au client et accepté par l'ingénierie.

⁴ Cette classification des dérogations suit les standards imposés aussi au sein d'Airbus Group.

- **Suffixe C** : ce suffixe est mis quand la dérogation couvre une non-conformité qui n'entraîne pas des limitations d'usage de l'aéronef. Ces dérogations doivent toujours être communiquées au client.
- **Suffixe P** : ce suffixe est mis quand la dérogation couvre une non-conformité qui impacte la possibilité d'augmentation des performances avion. Il couvre aussi la limitation de l'usage de certaines parties pour des tests statiques ou de fatigue.
- **Suffixe T** : ce suffixe est mis quand la dérogation ne rentre pas dans aucun des cas précédemment décrits.
- Suffixes temporaires
 - **Suffixe Q** : suffixe pour indiquer besoin spécifique du département Qualité ou interaction de la non-conformité avec une autre non-conformité.
 - **Suffixe FW (further works)** : suffixe pour indiquer qu'ils manquent des travaux à finir sur une non-conformité relevée.

Dans le cadre de ce projet on va se centrer sur les dérogations de suffixe C.

6.2 KICK OFF DU PROJET ET ACTEURS

Le projet a démarré avec une réunion dans laquelle toutes les parties concernées étaient présentes. Le traitement de dérogations est un sujet complexe et transversal, qui met ensemble plusieurs départements de l'entreprise. Les parties impliquées sont donc plusieurs et avec des rôles très différents, comme on peut voir sur la Figure 21 dans le schéma de l'équipe multi-métiers du projet.

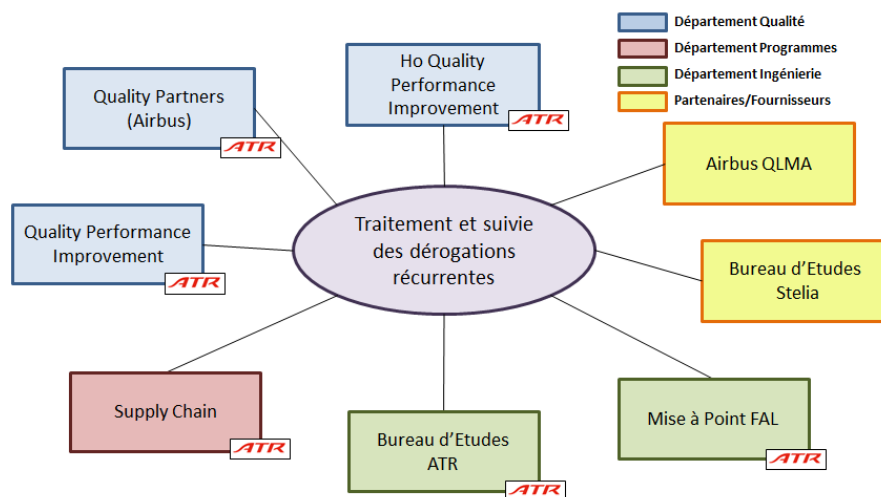


Figure 21. Equipe multi-métiers du projet de traitement des dérogations.

Ci-dessous, je fais une brève description des acteurs du projet pour comprendre les différents rôles de chacun :

- **Ho Quality Performance Improvement** : est le chef responsable du projet dans le département Qualité. Il fournit les grandes lignes qui doivent être abordées par l'ensemble de l'équipe, notamment au service qui pilote le projet : le service *Quality Performance Improvement*.
- **Quality Partner (Airbus)** : il travaille côté à côté avec le partenaire pour le traitement et résolution d'AMs et CARs. Vu que les dérogations sont issues d'AMs, il fournit l'expertise technique sur les problèmes ainsi que l'expérience sur les sujets. Etant donné que c'était le rôle de mon tuteur, j'ai pu aussi y participer, même si ce n'était pas mon rôle principal.

- **Quality Performance Improvement** : j'ai intégré cette équipe (avec L.TOKIKO) et c'est donc mon rôle dans ce projet. On est responsables de : analyser les dérogations du point de vue de la récurrence, estimer l'importance par rapport à l'impact, connaître le problème du point de vue technique, rédiger des rapports techniques pour présenter le sujet et finalement de faire le suivi des actions prises pour le partenaire et en faire un retour vis-à-vis des connaissances. Dans toute cette démarche, on est aussi responsables d'organiser les revues ainsi que de collecter les informations nécessaires auprès des différents départements impliqués, notamment des informations provenant de la FAL.
- **Supply Chain** : chargés de l'approvisionnement des pièces, ils sont responsables de faire remarquer les problèmes opérationnels entraînés par les dérogations. Ils fournissent la priorité des dérogations à traiter du point de vue de l'approvisionnement.
- **Bureau d'Etudes ATR** : il est responsable de faire les modifications de spécification (MOD) dans le cas où la définition fournie au fournisseur ne soit pas bonne et entraîne une non-conformité.
- **Mise à Point FAL** : il a un rôle similaire au BE ATR, mais avec la différence qu'il connaît les impacts opérationnels de chaque dérogation sur la FAL. Son rôle est d'apporter une expertise sur l'impact FAL pour établir les priorités.
- **Airbus QLMA**: ils sont notre interlocuteur direct et sont chargés de piloter les corrections des non-conformités après avoir collecté l'information nécessaire. Hebdomadairement ils doivent nous fournir un état d'avancement des plans d'action lors des réunions.
- **Bureau d'Etudes STELIA** : il est responsable de réaliser les modifications d'outillages et/ou des processus de fabrication afin d'être conforme aux spécifications demandées par ATR. Il fournit l'état d'avancement des actions prises (réindustrialisations, outillages, reprise d'écarts de production,...) ainsi que son avis par rapport aux spécifications et la faisabilité en production.

Lors de la première réunion de lancement du projet, plusieurs aspects ont été abordés, notamment le besoin du département Qualité d'ATR d'aborder les dérogations qui affectent directement le client, donc celles avec suffixe « C »⁵.

Par rapport à la partie concernant Airbus et STELIA, la contrainte était de définir un TOP 10 de dérogations prioritaires à traiter. Ensuite, et au fur et à mesure de leur clôture, le service *Quality Performance Improvement* d'ATR doit fournir les nouveaux sujets à aborder.

Au début du projet j'ai pu vérifier la grande quantité de sujets différents qui étaient traités. Pour se faire, j'ai organisé tous les sujets dans des classeurs pour ne perdre pas la traçabilité de toutes les études. Un Excel de suivi de l'état d'avancement de chaque sujet a été aussi mis en place pour avoir une vision globale de l'avancement du projet et pour décider les actions suivantes à prendre (voir Figure 22).

Description sujet	Suffixe	Analyse	Rapport technique	Contact Airbus	Avancement (estimation)		Cloture	Comentaires
joint vis carburant	C	fait	100%	fait	50%			en attente fournisseur Chine
lower panel attachement	C	fait	100%	fait	25%			
capot moteur	C	fait	100%	fait	25%			sujet suivi par CAR aussi
ceiling panel lobby	C	fait	100%	fait	100%		en attente apres validationsur avion	
TRD toilet module	C	fait	100%	fait	100%		en attente apres validationsur avion	

Figure 22. Exemple du suivi de l'état d'avancement des sujets.

⁵ Les dérogations avec suffixe « R » sont aussi une priorité de traitement vu l'impact sur l'avion. Cependant, l'occurrence de ce suffixe est très rare et ces dérogations sont traitées très ponctuellement.

6.3 ANALYSE DES DEROGATIONS

6.3.1 Périmètre qualité

La priorisation des dérogations à fournir à Airbus a commencé avec la recherche des récurrences pour les dérogations de suffixe « C », comme demandé dès la direction Qualité.

Plusieurs analyses ont été menées dans cette phase afin de rassembler les sujets. De plus, une première approche technique a été aussi faite pour la compréhension des sujets.

A titre d'exemple des résultats obtenus, on peut voir dans la Figure 23 les récurrences trouvées pour l'année 2017 au premier trimestre.

Vu que ce projet de dérogations reprend des écarts qui n'ont pas pu être traités depuis un certain temps, des analyses ont dû être faites aussi sur les années précédents afin d'identifier des possibles sujets rémanents encore en 2017.

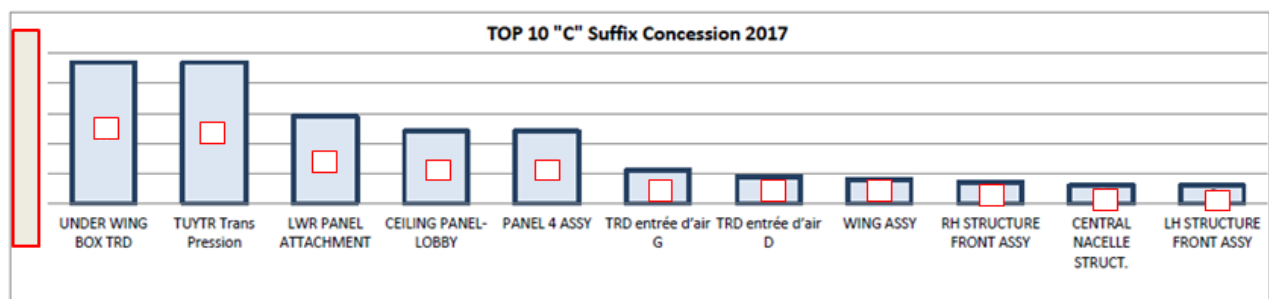


Figure 23. Exemple d'analyse des dérogations récurrentes avec suffixe C.

Avec les premières analyses de récurrence on a pu cibler une quinzaine de sujets sensibles par rapport aux dérogations avec suffixe « C ».

Entre ces sujets on retrouve une grande variété de domaines de l'aéronef impactés, comme par exemple :

- Attache voilure-fuselage
- Dégivres du bord d'attaque voilure
- Bloc moteur (*Gaspath*)
- Panneaux Karman
- Corne des ailerons
- Panneaux d'habillage cabine
- Ensemble toilette

Suite à cette analyse, mon rôle a été de préparer les dossiers techniques de ces dérogations pour pouvoir présenter les détails aux revues de l'équipe multi-métiers. Pour cela, il fallait faire la compréhension technique du problème et rédiger un résumé de chaque sujet en détaillant tous les aspects intéressants pour la compréhension de l'équipe.

Dans ces dossiers, et pour faciliter le traitement postérieur après diffusion, on détaillait : la période analysée, les avions impliqués, la description de la non-conformité de base, des fiches techniques, des graphiques de tendances, des statistiques de récurrences et aussi des exemples de dérogations au cas où une des parties souhaitait rechercher plus d'informations sur le sujet.

Un exemple réduit de ce type de dossiers est montré par la suite sur la Figure 24 .

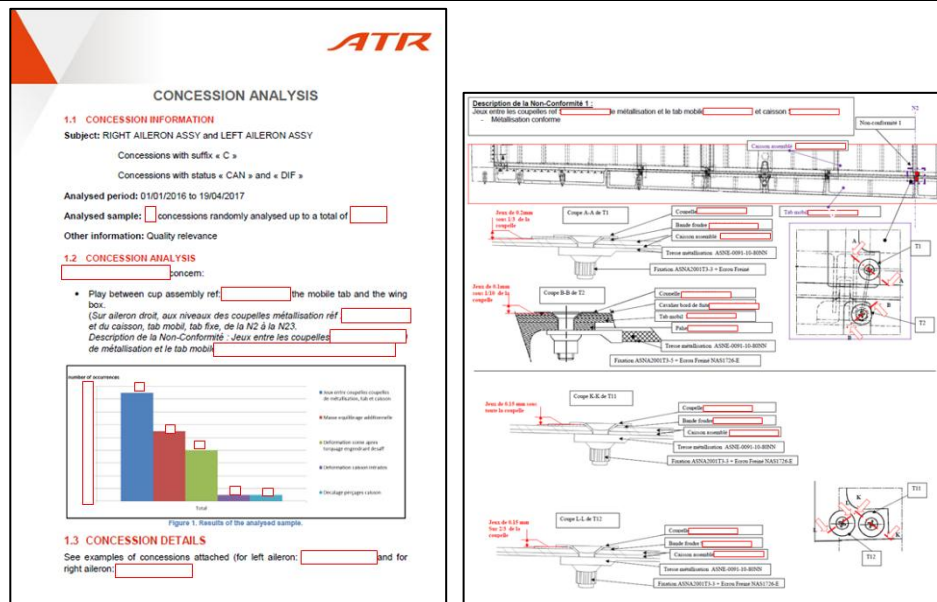


Figure 24. Exemple de dossier technique rédigé pour la présentation des sujets.

6.3.2 Périmètres opérationnel et Supply Chain

Le pilotage du projet étant confié à l'équipe *Quality Performance Improvement*, notre rôle était d'identifier des opportunités d'amélioration dans l'équipe multi-métiers.

En ayant déjà notre choix de priorités pour les sujets avec suffixes « C », nous avons réalisé ensuite des rencontres avec les deux services impactés pour les dérogations : le service MAP (département Ingénierie) et le service *Supply Chain* (département Programmes).

Echanges avec le Service MAP

Les rencontres avec le représentant de la MAP pour la partie structures nous ont permis d'éliminer certains sujets, vu que certaines actions étaient déjà couvertes par une MOD où des CARs. Néanmoins, ces sujets ont fait partie d'un dossier séparé de suivi pour en vérifier son avancement.

D'autre part, les échanges nous ont servi pour vérifier que certains sujets moins importants du côté Qualité pourraient avoir un impact très grand en FAL et pourraient alors être inclus vu son intérêt.

A travers les indicateurs des dérogations avec impact opérationnel faits par la MAP, on a identifié certains sujets importants, comme par exemple le sujet « attache voilure-fuselage » qui est particulièrement critique en FAL.

Nous avons pu vérifier sur avion que ce problème peut entrainer des retards très importants en FAL A⁶ et risque même de la paralyser s'il n'y a pas de solution possible. L'échec d'assemblage des deux parties les plus importantes de l'avion entraine que les étapes suivantes d'installation et test ne puissent être faites. Ce sujet est donc très sensible.

Echanges avec le Service Supply Chain

Les échanges avec le personnel de la *Supply Chain* nous ont aussi confirmé l'impact du sujet « attache voilure-fuselage ». Ce problème entraine aussi des problèmes d'approvisionnement et stockage en FAL.

⁶ Partie de la FAL où l'assemblage de toute la partie structurale est fait. La plupart des équipements sont aussi montés en FAL A. La cabine ainsi que la peinture et la finition commerciale est faite dans la FAL B.

Par ailleurs, d'autres sujets ont été proposés lors de ces échanges. Notamment des problèmes ont été remarqués par rapport à l'habillage commercial et l'ensemble toilette, où plusieurs défauts ont été soulignés.

6.3.3 Définition des sujets à prioriser

Suite aux échanges eus avec toutes les parties impliquées dans la décision pour la partie ATR, nous avons pu enlever certains sujets et en incorporer certains d'autres qui étaient hors du périmètre Qualité, mais qui entraînent importants impacts opérationnels et d'approvisionnement.

En outre, nous avons pu remarquer que la plupart des sujets identifiés précédemment avec le suffixe « C » de Qualité étaient aussi une priorité au sein des autres départements. Ainsi, un accord commun concernant le traitement des dérogations récurrentes a été établi.

Cependant, après ces réunions, plus de dix sujets à prioriser ont été identifiés (pour 10 possibles sujets maximum à communiquer au partenaire Airbus).

Pour réussir à définir un TOP 10, il a fallu faire encore une priorisation après une nouvelle analyse de chaque sujet et ses sous-sujets.

D'abord, certains sujets ont été déjà pris sans plus besoin d'analyse, comme c'est le cas particulier de l'« attache voilure-fuselage » évoqué précédemment. Ces sujets avaient été identifiés précédemment comme des sujets très sensibles.

A cette fin, on s'est servi d'une analyse de criticité sur différents aspects de chaque sujet, comme il est montrée dans le tableau de la Figure 25.

Mon rôle ici a été de collecter des informations plus précises sur chaque sujet afin de compléter plusieurs champs pour en faire finalement une évaluation. Plusieurs aspects ont été pris en compte ici pour pouvoir sortir une liste définitive de dérogations.

	LH/RH Str Front Assy	CEILING PANEL-Lobby	R/L AILERON ASSY	
			Jeux coupelles métallisation	Déformation corne après torquage
Ralentissement FAL	beaucoup	peu	assez	assez
Criticité pour l'avion	NON	NON	NON	NON
Impact visuel client	NON	OUI	NON	OUI
Impact sur AM's	Sujet CAPOTS est très récurrent	NON	NON	NON
Commencement des dérogations	été 2016	début septembre 2016	été 2016	été 2016
Réurrence haute encore?	OUI	OUI	OUI	OUI, mais 9 dérogations pendant l'année 2017 (peu)
N° total dérogations	55	35	38	25
Commentaires	Interchangeabilité préservée	Cabine: fort impact pour le client	Défaut pas localisé, Rencontré presque partout dans la voilure	Cale mise pour rattraper le désaffleurement
	Sujet important, ça va permettre d'aborder le problème des capots différemment	Les coupures sont déjà faites selon définition C00, ils doivent que changer la façon d'usinage pour passer de B00 vers C00	Une dérogation couvre normalement 6 défauts	
Décision	Important, à retenir	Important, mais à retenir seulement si possible	Important, à retenir	Peut attendre

Figure 25. Exemple d'analyse de criticité pour la comparaison entre sujets.

Les sujets qui ont été rejetés de rentrer au TOP 10 ont été toutefois sauvegardés pour des futures actions. Ainsi, à chaque clôture d'un sujet du TOP 10, un nouveau sujet sur lequel les études ont déjà été préparées pourra être lancé par la suite.

Finalement, vu la criticité de plusieurs sujets ainsi que plusieurs points en commun entre certains d'eux, Airbus nous a permis d'ajouter un onzième sujet à aborder. Ainsi, le document final rendu a été un TOP 11 de dérogations à traiter.

6.4 LANCEMENT DES PLANS D'ACTION ET SUIVI

Dans cette section je présente la démarche générale appliquée à tous les sujets, vu que le détail ne sera présenté que pour un seul.

Certaines informations ont été cachées ou modifiées pour préserver la confidentialité.

Suite à la définition du TOP 11, les sujets ont été communiqués à Airbus QLMA. A ce moment-là, Airbus a démarré avec la récolte d'informations dans son périmètre pour nous fournir le plus rapidement l'état de chaque sujet.

Une première version de l'état des sujets nous a été ensuite fournie, comme montré sur la Figure 26.

	PN Description	PN	Type of default	Concession number example	Validation on Recurrent Concession review / comments
N°1	LWR PANEL ATTACHMENT		Jonctionnement voiture / fuselage Ferrures N2-N4-N8		OK
N°2	UNDER WING BOX TRD		Désaffleurement capot et barque		KO, pas de dérogations récurrentes, sujet suivi au travers des revues CAR capot
N°3	LEADING EDGE RIB 25-31 LEADING EDGE RIB 21-25 ASSY L.E. R13-19		Bord d'attaque ouverture et sous-pinces		OK
N°4	PANEL 4 ASSY		Désaffleurement Karman		OK
N°5	LEAD. EDGE DEICER LEFT/RIGHT		Barque : PR et conductivité		OK
N°6	TRD entrée d'air G/D		Gaspath – Event 138		OK
N°7	LH/RH STRUCTURE FRONT ASSY		Décalage porte entrée d'air : STELIA a changé de fournisseur - problème d'interchangeabilité sur les portes CENTRAIR/DAHER		KO, pour Stelia, clos depuis le 20/02/2017. En cours restant sur les MSN en livraison.
N°8	LEFT/RIGHT AILERON ASSY		Déformation coupelle métallisation / EVENT 129		KO, pour Stelia, clos depuis le 20/03/2017.
N°9	TRD TOILET MODULE / Center wall assy		Inserts décalés sur cloison		KO, pas de dérogations récurrentes, sujet suivi au travers de la CAR268
N°10	CEILING PANEL-LOBBY		Pièce thermoformé pour l'édition B00 au lieu de la dernière		CDR (Change Design Review) en cours attente validation BE ATR
N°11	TRD TOILET MODULE		Utilisation du dash sup avec rondelle		Problème de commande - Livraison en parachèvement – Pas de dérogation en Mai

Figure 26. Etat du TOP11 au début du projet.

Nous avons été informés que quelques sujets étaient déjà clôturés du point de vue d'actions correctives et qu'il ne restait que la vérification des nouveaux composants sur avion, comme on peut voir sur le tableau précédent. Après révision des sujets et des dossiers, la décision a été de garder ces sujets pour faire un suivi de sa correcte clôture.

En parallèle, nous avons démarré avec l'analyse de nouvelles dérogations pour préparer ses dossiers techniques.

D'autre part, certains sujets clôturés du point de vue des actions correctives ont été encore rencontrés en FAL. De ce fait, il a fallu les préserver dans les TOP 11 comme sujets prioritaires.

Après ce premier *kick-off* sur l'état des sujets, un suivi hebdomadaire a été mise en place. Afin de rendre ces réunions les plus performantes possibles, elles ont été organisées de forme tripartite entre Airbus QLMA, Qualité ATR et STELIA. A chaque réunion, un maximum de deux responsables de chaque partie est présent, étant L.TOKIKO et moi les responsables du côté ATR.

Pour la partie ATR, l'équipe *Quality Performance Improvement* a pris le pilotage de l'ensemble du projet. Ainsi, à partir de ce moment nous avons pris en charge les actions suivantes:

- Faire le suivi des sujets et apporter l'expertise technique et les observations de la FAL aux réunions.
- Communiquer avec les services Ingénierie et *Supply Chain* pour l'avancement et la prise d'actions.

- Communiquer les besoins de plans d'action à Airbus QLMA et STELIA.
- Faire la révision des délais des plans d'action pour qu'ils soient accomplis.
- Vérifier les sujets clôturés en FAL.
- Préparer des nouveaux sujets à être traités au fur et à mesure de la clôture des premiers 11.

Dans ces réunions triparties, une analyse détaillée est présentée d'abord par Airbus. Pour chaque sujet, les détails sont présentés en format diapositive, comme montré dans la Figure 27.

TOP 3.2		LE RIB 12-13 EQUIPPED (BA : Ouverture)		
→ Description		Défaut de pincement du BA N12-13		
→ Risques		→ Exemple concession		
- Rebut des pièces		[] []		
→ Cause racine		Les OT ne prennent pas en compte l'effet springback réel des BA.		
→ Actions curatives		- Relevés systématiques réalisés par [] couverture par dérogations depuis Mai 2017		
ACTION N°	ACTIONS CORRECTIVES	AVANCEMENT	PILOTE	DELAI
1	Réception du délai de modification OT 3	Actions prises à court terme pour diminuer le rebut et pouvoir livrer sous dérog. OT 3 = T0 +10 semaines après recalage OT 1 et 2 validés	STELIA	S24
2	Réaliser la reprise des OT 1 et 2 (pour éviter les rebus)	OT 1 et 2 recalés, en attente finalisation fab des premières pièces. CLOS	STELIA	S25
2.1	Obtenir les résultats suite à reprise des OT 1 et 2 sur plusieurs pièces	Dans le cadre des tolérances de la MOD, Validation sur 5 pièces en attente	STELIA	S34
3	Ouverture de l'identifiant par ATR (pour arrêter les dérogations)	Ouverture identifiant : en attente (relancer Nicolas MORIN --> action Albert) Info Stelia du 30/06 : Identifiant ouvert - prévision ouverture MOD S28 → décalée en S30 ou S34	ATR	S27 S30 ou 34

Figure 27. Exemple du détail du plan d'action sur une dérogation récurrente.

Dans le décompte de chaque sujet on identifie les plusieurs parties qui sont traitées :

- Titre d'identification de la dérogation.
- Description du sujet de la dérogation.
- Risques entraînées pour le défaut et exemple de dérogation pour consultation en cas de doute.
- Analyse de cause racine issu d'une analyse Ishikawa⁷.
- Actions curatives mises en place pour pallier le problème jusqu'à rencontre de la solution définitive.
- Plan d'action détaillé avec avancement de chaque action, pilote de l'action et délai estimé.

Lors de chaque échange fait, les 11 sujets à traiter sont abordés un par un en profondeur. Airbus QLMA présente l'avancement sur la définition des plans d'action et détaille le pilote de chacun. Le rôle du représentant STELIA est de présenter les avancements en matière technique par rapport aux actions à réaliser ainsi que proposer des alternatives techniques à incorporer au plan d'action.

Enfin, notre rôle est de vérifier l'avancement du projet, proposer des actions du point de vue FAL et piloter les actions d'ATR.

Les trois parties décident ensemble quel peut être le délai possible pour chaque action et qui soit envisageable par toutes les parties.

⁷ Le diagramme d'Ishikawa est une représentation structurée de toutes les causes qui conduisent à une situation. Son intérêt est de permettre aux membres d'une équipe d'avoir une vision partagée et précise des possibles causes d'une situation. (9)

6.5 FOCUS SUR LA DEROGATION "ATTACHE VOILURE-FUSELAGE "

Dans ce chapitre je présente le détail d'une des dérogations qui ont été traitées et qui a déjà été évoquée : la dérogation concernant l'attache voilure-fuselage.

Le titre d'identification pour ce sujet est « LWR PANEL ATTACHEMENT ».

Certains plans de cette section n'ont pas été mis à cause de la confidentialité. Seulement les plans qui montrent la description générale des défauts font partie du rapport, n'étant pas le cas pour les détails. Certaines informations ont été omises ou modifiées pour respecter aussi la confidentialité.

6.5.1 Identification du problème

Les dérogations sur le problème d'attache voilure-fuselage ont été remarqués comme très importantes selon tous les points de vue d'ATR (qualité, opérationnel FAL et approvisionnement).

En plus des échanges faits avec toutes les parties ATR, qui nous ont fait remonter le problème, nous avons aussi directement échangé avec STELIA.

Suite au lancement du projet, STELIA et Airbus QLMA ont réalisé un état de lieu des sujets qui étaient déjà abordés avec antériorité ainsi que les sujets les plus importants, comme déjà évoqué.

Cette étude a conclu que la dérogation « LWR PANEL ATTACHEMENT » était aussi pour STELIA une des plus importantes et en plus elle n'avait encore aucun plan d'action (voir Figure 28).

Toutes les parties impliquées au projet ont donc approuvé d'attaquer en priorité le sujet de la jonction voilure-fuselage.

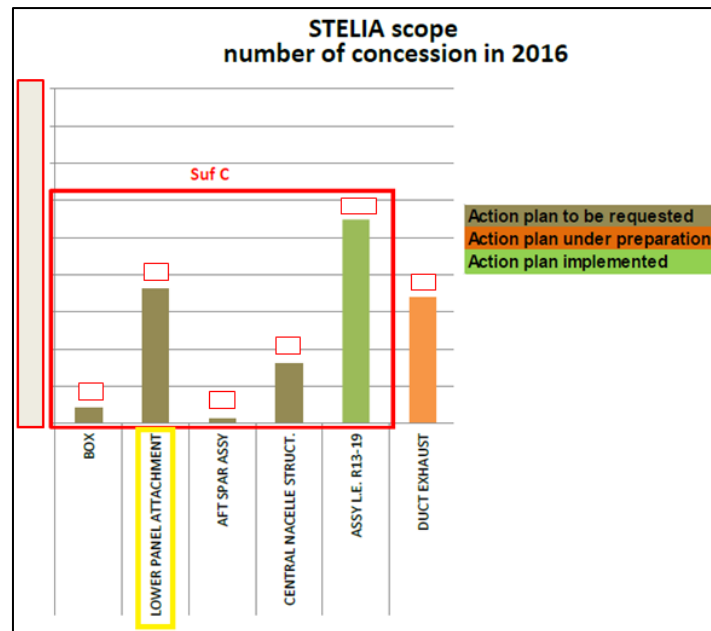


Figure 28. Extrait de l'analyse de STELIA (graphique coupée pour montrer l'information d'intérêt).

La jonction voilure est une des parties les plus essentielles de l'avion, vu qu'elle rassemble ses deux principales structures. De plus, cette union doit transmettre et supporter des efforts très importants, notamment ceux provoqués par la sustentation de la voilure.

Cette union voilure-fuselage est faite à travers le *Center Wing Box* (CWB) ou Caisson Central. Le CWB de l'ATR peut être vu sur la Figure 29a), où on peut voir en rouge le positionnement des non-conformités détectées avec cette dérogation.

Le fournisseur du caisson central de la voilure des avions ATR est l'entreprise MBDA, qui fournit le produit à Airbus pour l'assemblage complet de la voilure à Bordeaux.

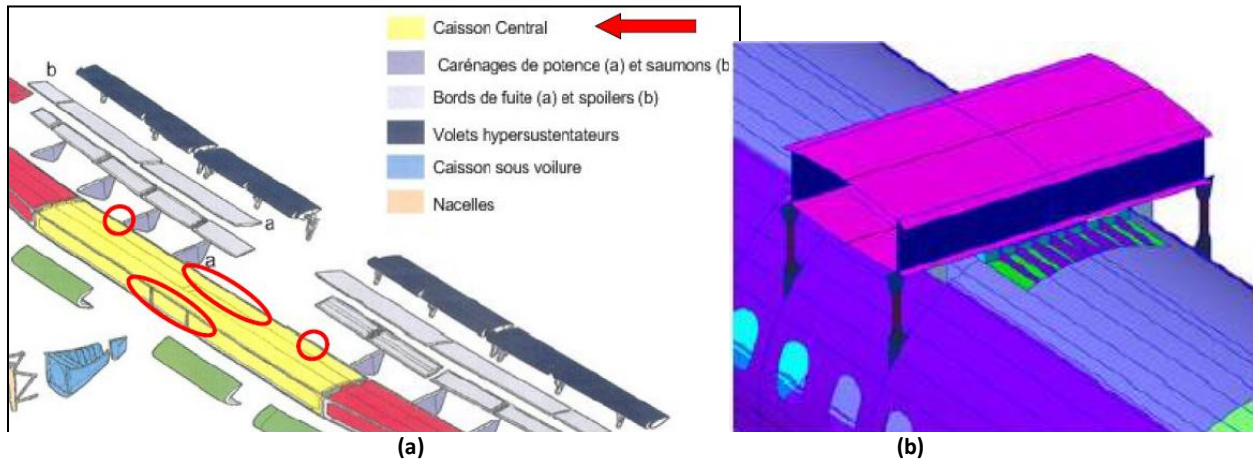


Figure 29. (a) Situation des non-conformités détectées sur le caisson central
(b) Position du caisson par rapport au fuselage (2).

La jonction voilure pour les avions ATR diffère assez de celle rencontrée typiquement dans les avions commerciaux. Les différents choix de conception de l'avion, notamment le choix d'une motorisation à hélices, ont entraîné le positionnement de la voilure en haut du fuselage (voir Figure 29).

6.5.2 Analyse et description du problème

Suite à une étude en profondeur du sujet, la dérogation d'attache voilure-fuselage a montré de couvrir quatre aspects non-conformes de l'ensemble du caisson central.

Les quatre non-conformités observées ont été :

- Divergence 1 : désaxage des boulons de traction N2-N4.
- Divergence 2 : écart de positionnement N8.
- Divergence 3 : entraxe non-conforme en N2 avant et arrière.
- Divergence 4 : longueur des fixations N2-N4.

Vue la diversité de sous-sujets, seulement un focus technique va être fait sur les deux premiers. Les deux derniers sont d'une importance technique mineure.

Divergence 1 : désaxage des boulons de traction Nervure 2-Nervure 4

La première divergence concerne les boulons de traction de l'attache voilure. L'attache voilure fuselage se fait à travers les ferrures situées aux nervures 2 et 4, comme montré dans la Figure 30. Deux voiles de cisaillement longitudinaux servent aussi à faire l'union.

Les ferrures sont situées symétriquement par rapport à l'axe avion et l'interface avec la voilure se fait à travers les longerons avant et arrière. Ces longerons sont l'axe de transmission des efforts auxquels la voilure est soumise, le but étant de les transmettre aux cadres forts⁸ du fuselage.

⁸ Cadres renforcés situés aux endroits où les efforts sont importants, notamment aux jonctions du fuselage avec la voilure et l'empennage.

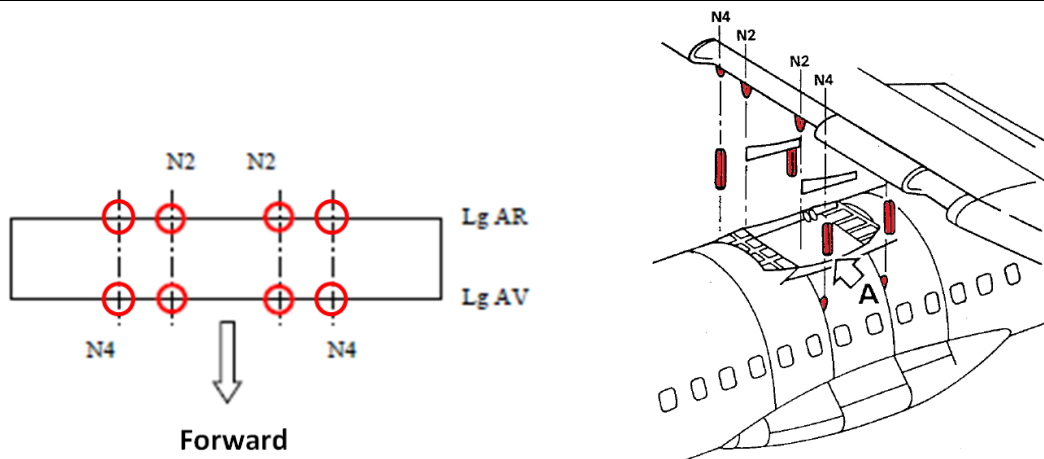


Figure 30. Vue en haut et 3D de la position des ferrures de traction des N2 et N4 (en rouge).

Le problème rencontré dans ces ferrures est l'existence d'un désaxage des boulons de traction. Cela peut entraîner plusieurs problèmes :

- Impossibilité de montage en FAL avec répercussion opérationnelle.
- Introduction de tensions résiduelles de montage ainsi que possibles contacts.
- Introduction de charges non prises en compte sur la bielle de jonction ou sur l'ensemble de la jonction.
- Introduction d'efforts additionnels aux cadres forts du fuselage.

Par la suite on peut voir sur la Figure 31 plusieurs plans qui montrent mieux le détail de l'attache voilure. On peut voir le positionnement et l'attache des ferrures par rapport aux cadres forts ainsi que le détail de l'assemblage une fois positionnés les boulons et les bielles.

Les quatre ferrures situées aux nervures 2 sont faites en titane et reprennent les efforts à travers des axes expansibles.

Pour l'union de la nervure 4, les ferrures sont en acier. Dans ce cas les ferrures reprennent les bielles de liaison voilure-fuselage, faites en titane(8).

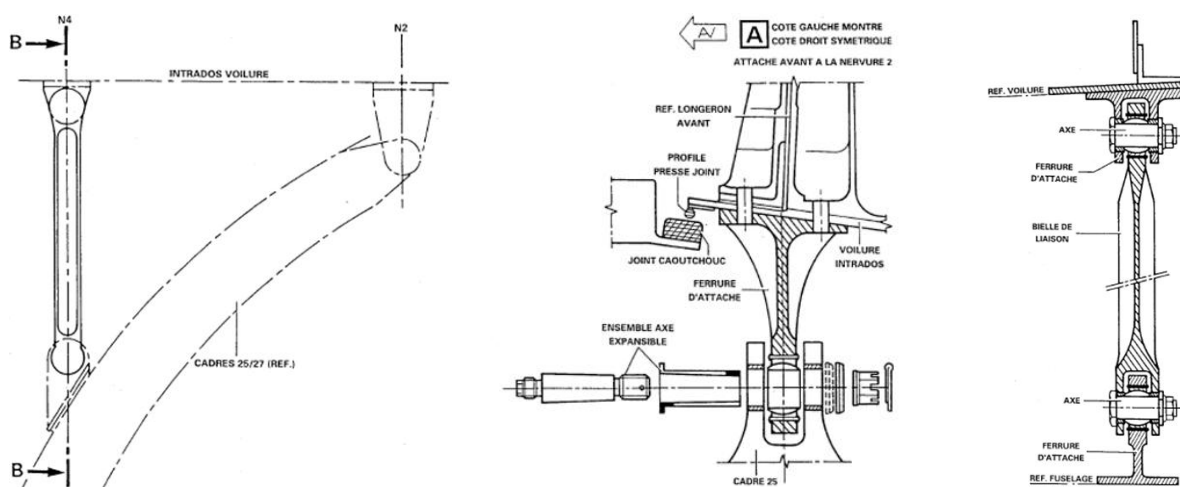


Figure 31. Vue de l'ensemble (à gauche), ferrure d'attache N2 (au centre) et ferrure d'attache N4 (à droite). (8)

Pendant l'étude de cette dérogation, nous avons pu constater des ralentissements en FAL à cause du mauvais alignement des ferrures. J'ai pu voir la criticité en FAL que ça peut entraîner et donc le besoin d'aborder ce sujet rapidement ainsi que d'y trouver une solution définitive.

Divergence 2 : écart de positionnement Nervure 8

La deuxième divergence concerne la nervure numéro 8. La numérotation des nervures aux avions ATR démarre au centre du fuselage et finit au bout de chacune des demi-voilures. Ainsi, si on regarde la Figure 32 on voit que la nervure 8 est placée entre le fuselage et le bâti moteur, de chaque côté de l'aéronef.

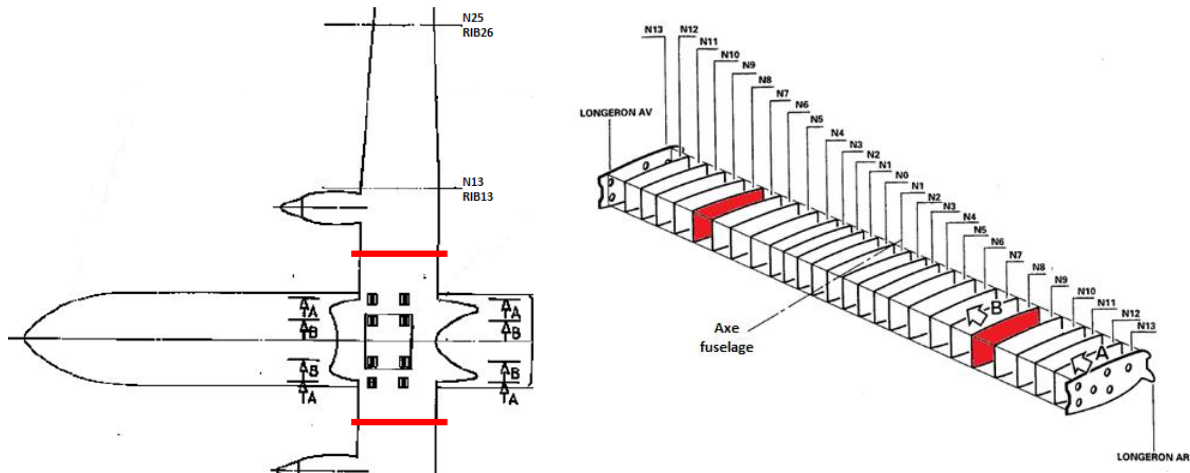


Figure 32. Situation sur avion de la nervure 8 (en rouge).

Dans ce cas, la non-conformité concerne le mauvais positionnement des perçages faits aux patins de ces nervures, comme montré dans la Figure 33.

Ces écarts de perçages entraînent des difficultés d'assemblage en FAL vu que l'endroit de la non-conformité est assez compliqué pour faire une intervention.

De plus, ces écarts peuvent introduire des tensions résiduelles ou des contacts dans certaines parties de l'avion lors de l'assemblage ainsi que des défauts visuels pour le client.

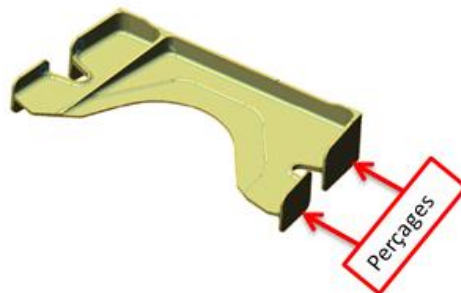


Figure 33. Schéma des perçages faits sur les patins des nervures.

Dans ce cas, l'analyse préliminaire montre que l'écart des perçages peut être dû au fait que le processus de fabrication ne soit pas centré à la valeur nominale. D'abord, il faudra vérifier l'hypothèse et puis, une fois confirmée, réaliser la correction.

6.5.3 Plan d'action et suivi du sujet

La dernière partie du traitement de la dérogation aborde le plan d'action pour corriger les problématiques détectées.

Comme déjà évoqué précédemment, ce plan d'action est décidé et partagé lors des réunions triparties mises en place.

Vues l'importance de ce sujet et les nombreux changements qui devront être faits, le choix a été de réaliser une nouvelle définition de l'ensemble des ferrures d'attache et des autres parties concernés du caisson central. Certains changements, notamment ceux des ferrures, doivent être faits via le BE ATR à travers des modifications des plans. Cela signifie donc que la solution va prendre un temps non-négligeable parce que beaucoup d'analyses vont devoir être réalisées afin de valider la nouvelle définition.

Néanmoins, la modification des plans de définition va ouvrir l'opportunité à une amélioration substantielle des performances de ces composants. Une réduction de masse pourrait être donc envisagée.

D'abord, la démarche a été de demander à Airbus QLMA de nous fournir une analyse de cause racine et de détailler un plan d'action pour démarrer avec les actions opportunes pour chaque divergence.

Ci-dessous nous pouvons voir le résumé de l'analyse faite (Figure 34).

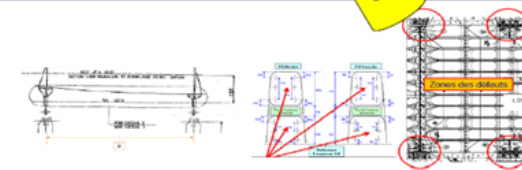
TOP 1	LWR PANEL ATTACHMENT (Ferrures N2-N4-N8)
<p>→ Description</p> <p>Div 1 - Désaxage des boulons de traction N2-N4; Div 2 - Ecart de positionnement N8; Div 3 - Entraxe NC en N2 Av et Ar Div 4 - Longueurs des fixations N2-N4</p> <p>→ Exemple concession</p> <p><input type="text"/> <input type="text"/></p> <p>→ Risques</p> <p><input type="text"/></p>	
<p>→ Causes racines</p> <p>Div 1 / Div2 / Div 3 => <input type="text"/></p> <p>Div 4 => <input type="text"/></p> <p>→ Actions curatives</p> <p>- Relevés en série par MBDA (visibles dans le PV) + Couverture par dérogations</p>	

Figure 34. Analyse de la dérogation faite par le partenaire Airbus.

Suite à l'analyse de causes racines, un plan d'action a été défini pour chaque divergence, en détaillant à chaque fois le pilote de l'action et le délai prévu de finition (voir Figure 35).

A chaque point d'avancement, les informations sur chaque action et ses délais sont détaillées. Si un délai est rapporté, celui est mis en rouge pour avoir une visibilité de retards pris sur les plans d'action.

Pour certains sujets le plan d'action n'est pas toujours complet jusqu'à la clôture, vue sa complexité. Normalement, les actions à prendre dans ce cas dépendent beaucoup des étapes d'analyse précédentes. Pour ce faire, le plan d'action est détaillé au fur et à mesure de l'avancement du projet, comme c'est le cas de cette dérogation.

Sur la Figure 35 montrée par la suite, on peut voir le plan d'action détaillé par chaque divergence. Les quatre divergences sont assez corrélées, ce qui entraîne des délais d'attente entre les plusieurs actions (voir action 3 de la divergence 2 sur la Figure 35, par exemple).

TOP 1		LWR PANEL ATTACHMENT (Ferrures N2-N4-N8)		
ACTION N°	ACTIONS CORRECTIVES	AVANCEMENT /	PILOTE	DELAI
1	Div 1 Suivi hebdo en MFT de l'avancement de la création de la NTL	CLOS	STELIA	S11
2	Div 1 Publier la NTL	Demande de NTL remplacée par une mise à jour du plan de définition (bcp d'analyses capabilité à mener, puis litige à ouvrir, réponse du BE).	STELIA	S27 S30
3	Div 1 Retour d'expérience sur les dérogations émises et l'efficacité de la NTL en commission MFT	Efficacité de la mise à jour du Plan de Définition, et non de la NTL	STELIA	S27 S30
1	Div 2 Ishikawa sur écart de positionnement	CLOS	STELIA	S10
2	Div 2 Contrôler les divergences possibles au niveau assemblage des nervures 8 chez 	Action initiée en Janvier 2017. Analyse dimensionnelle PE : Sous réserve d'une dérive de process de fabrication chez PZL, PE non concernée. Contrôle fait CLOS	STELIA	S13
3	Div 2 Vérifier que les positions de perçage sont en cohérence par rapport au rayon de la PE	Digitalisation faites – résultats attendu S23-24 – analyse sera faite après traitement Div3	STELIA	Suite à finalisation Div 3
1	Div 3 Analyse ME & BE STELIA chez MBDA pour déterminer les modifications potentielles d'outillages	Digitalisation faite – résultats attendu S23-24 – 1 ^{ère} analyse sera faite mi-juillet avec recalage envisagé. Mission MBDA effectuée les 28 et 29 juin : digitalisation faite, analyse sur N2 faite, et définition du recalage agréé par tous : recalage de l'outillage (0,75mm). En attente confirmation du BE STELIA, objectif recalage MBDA S31. Applicabilité est en cours de consolidation en fonction des en-cours : S31. Accord BE Stelia ok, recalage outillage en S31 maintenu.	STELIA	S29 S31
1	Div 4 Initialisation des litiges vers le BE STELIA	CLOS	STELIA	S11

Figure 35. Plan d'action sur les divergences de la dérogation« LWR PANEL ATTACHEMENT ».

Après toutes les analyses et les actions clôturées sur les différentes divergences, les suivantes actions sont en cours au moment de la rédaction de ce rapport :

- Divergence 1 : demande d'une mise à jour du plan de définition au BE ATR.
- Divergence 2 : attente d'avancement de la divergence 3 pour faire une analyse complète.
- Divergence 3 : suite à la digitalisation et analyse faite sur la nervure 2, attente de recalage outillage par STELIA.
- Divergence 4 : sujet clôturé.

A la fin de mon stage, le sujet n'était pas encore clôturé. Il manque la réalisation de certaines études et le lancement de ses actions correctives respectives. Notamment les actions qui restent avec plus de charge de travail sont celles de la divergence 1 et 2.

Le projet va être donc suivi par le service *Quality Performance Improvement* jusqu'à clôture du sujet.

Cette affirmation reste aussi valide pour le reste des sujets du TOP 11 pas encore clôturés à la fin de mon stage.

6.6 CONCLUSIONS DU PROJET DE TRAITEMENT DE DEROGATIONS RECURRENTES

Pendant le projet, nous avons réussi à faire ressortir diverses problématiques affectant plusieurs aspects de l'assemblage avion. Le lancement des plans d'action pour les sujets décidés va contribuer à l'objectif de réduction des coûts des non-conformités du 30% figé pour cette année.

Du point de vue de l'avancement du projet, au moment de l'écriture de ce rapport, nous avons pu clôturer définitivement deux sujets et à l'attente de vérification sur avion d'un troisième.

Cela a permis déjà de lancer deux nouveaux sujets qu'avaient déjà été préparés en avance, fait qui va permettre d'avancer vers la réduction des dérogations.

De plus, suite à la mise en place de ce projet avec une équipe multi-métiers, nous avons réussi à créer un projet transversal dans l'entreprise. Cela va permettre de partager les informations entre les plusieurs département impliqués et d'attaquer dorénavant les dérogations les plus pertinentes.

Ce projet s'inscrit donc clairement dans la démarche qualité présenté au début du projet (voir 4.1), fait qui m'a permis de vérifier l'application des connaissances acquises au début du stage.

Du point de vue personnel, ce projet m'a permis de rentrer plus dans l'aspect technique des problèmes issus en FAL, notamment sur la partie structurale/mécanique de l'avion qui est souvent l'affectée et la traité pour le service *Quality Performance Improvement*. Le fait de pouvoir consulter des plans et voir les problèmes réels sur avion m'a permis d'enrichir ma formation suivie à l'école dans le cadre de mon domaine et aussi de ma filière.

Un des points intéressants a été la possibilité de travailler avec des équipes différentes de la même entreprise: Qualité, MAP FAL, BE et *Supply Chain*. Par ailleurs, il a été aussi très enrichissant le fait de travailler avec le partenaire Airbus et son fournisseur STELIA afin d'avoir une approche plus précise sur les détails techniques de production.

La diversité de ces équipes m'a permis de mieux connaître les activités attachées à chaque métier, ainsi que l'organisation de l'ensemble de l'entreprise.

7. CONCLUSIONS DU STAGE

Le stage effectué au sein du département Qualité d'ATR m'a permis d'être impliqué dans le processus de production d'un avion et de connaître beaucoup plus d'aspects sur le rôle d'un constructeur d'avions dans le domaine de l'aviation commerciale.

Chez ATR j'ai eu l'occasion de découvrir un segment de l'aviation assez particulier, comme c'est les cas des turbopropulseurs régionaux. Cela m'a servi pour avoir une vision beaucoup plus large du domaine de l'aviation et a particulièrement enrichi mes connaissances techniques dans ce champ.

Dès mon arrivée au service, j'ai pu être en contact avec les plusieurs acteurs du cycle de production d'un avion (Qualité, BE, MAP, *Supply Chain*, Production et Fournisseurs) et d'en apprendre beaucoup sur leur métier.

Aux projets dans lesquels j'ai pu participer, j'ai eu des responsabilités comme : décider les sujets à aborder, proposer le roadmap à suivre, implémenter et tester les décisions prises, faire les études dès du point de vue technique, rapporter l'information et l'expérience technique et présenter les problématiques au partenaire. Cela m'a permis de rentrer en profondeur jusqu'au point de vue technique sur certains sujets et m'a aussi montré comment sont gérés les interfaces avec les fournisseurs et les partenaires lors des échanges.

En plus des sujets présentés dans ce rapport, j'ai aussi pu profiter d'autres projets réalisés en parallèle, qui ont enrichi mon séjour.

Ainsi, j'ai pu vraiment ressentir et comprendre les difficultés issues pendant le processus d'assemblage d'un produit assez complexe comme un avion. J'ai beaucoup profité et apprécié le fait d'avoir pu vérifier les problèmes sur l'avion à chaque fois. Au même temps, j'ai pu connaître la vision d'entreprise vis-à-vis de l'aspect client, sujet cœur lors de la production de l'avion et de la démarche qualité.

Finalement, j'ai acquis des compétences en outils de gestion de la production et de la qualité qui vont me servir pour ma future carrière professionnelle.

Grâce aux missions du stage, j'ai eu l'occasion de faire connaissance du monde de l'aéronautique dans une ligne d'assemblage et dans un groupe leader mondial. Cette expérience professionnelle m'a apporté une vision industrielle du domaine de l'aéronautique en ligne avec mes deux formations et me servira comme point de départ pour ma future vie professionnelle vers le domaine de la Qualité Produit et du Support Production.

REFERENCES

1. **ACARE**. *Flightpath 2050. Europe's Vision for Aviation*. 2011.
2. **Airbus**. *Aircraft Design Course (COA ISAE SUPAERO)*. 2016.
3. **ATR-Aircraft**. *Air Connectivity is the Key to Regional Development all over the World (Press Release)*. Juin 2016.
4. **Airbus**. *Timeline 40 Years of Innovation*. 2009.
5. **(ISO), Organisation internationale de normalisation**. www.iso.org. [Online] [Cited: Juillet 10, 2017.] www.iso.org/fr/iso-9001-quality-management.html.
6. **(ISO), Organisation internationale de normalisation..** *Principes de management de la qualité*. 2016.
7. **(OFC), Organisme Français de Certification**. [Online] [Cited: Juillet 19, 2017.] www.ofcertification.fr/norme-en-9100.
8. **ATR**. *Manuel description/fonctionnement de l'ATR42 et l'ATR72*.
9. **Aubert-Lotarski, Angeline**. École supérieure de l'éducation nationale. [Online] 2007. [Cited: Juillet 01, 2017.] www.esen.education.fr.